



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL**

**“EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE
LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS DEL
DESARROLLO REGIONAL**

PRESENTA:

MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR

DIRECTOR DE TESIS

DR. RENÉ AUGUSTO MARÍN LEYVA

CODIRECTOR DE TESIS

DR. JUAN GONZÁLEZ GARCÍA

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DE 2026.

Agradecimientos

Desde pequeño soñaba con ser doctor, médico específicamente, al paso de los años el destino me fue encaminando primero hacia la licenciatura en administración, en el Instituto Tecnológico de Morelia (escuela de mis anhelos), posteriormente siguiendo el camino de mis papás el destino me llevo a la Maestría en Psicopedagogía y Docencia. Hoy alcanzo esa meta que tenía, ser doctor, y si bien, no es como médico, si es de grado, lo cual me permitirá de igual manera cumplir esa vocación de vida AYUDAR AL PRÓJIMO, porque así me lo inculcaron y porque es algo que me gusta hacer constantemente.

*Esta meta no hubiera sido posible sin el apoyo de las dos personas más importantes en mi vida, mis papás, **Mario y Tere**, quienes me han acompañado de la mano paso a paso hasta convertirme en lo que soy hoy, agradezco infinitamente a ellos y a la vida por tener la fortuna de tenerlos; Su amor y apoyo incondicionales, su ejemplo de esfuerzo y perseverancia, su confianza en mí han sido la base sobre la cual he podido construir este camino. Gracias por enseñarme los valores que guían la vida, y por estar siempre presentes, incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tan suyo como mío.*

*Al **Dr. René Marín**, mi director de tesis a quien ahora tengo la fortuna de poder llamar amigo, le agradezco no solo su guía académica, sino también su apoyo humano. Su paciencia, su guía y su confianza en mis capacidades me dieron la fuerza necesaria para continuar cuando las dudas aparecían. Haber compartido este proceso con usted ha sido un privilegio que atesoraré para siempre.*

*Al **Dr. Juan González**, mi codirector de tesis, le expreso mi gratitud por su acompañamiento constante y por su mirada crítica que enriqueció este trabajo. Sus aportaciones fueron fundamentales para dar claridad y solidez a mi formación.*

*A mis sinodales, el **Dr. Víctor Alcaráz**, la **Dra. América Zamora** y la **Dra. Teresa Cortés**, les agradezco el tiempo dedicado a revisar este trabajo y sus valiosas observaciones, que no solo fortalecieron la tesis, sino también mi formación como investigador. Su rigor académico y su generosidad intelectual han sido una inspiración.*

*A **Vana Moreno** que estuvo a mi lado, en cada momento, me llevo invaluable aprendizajes de vida que compartimos en este proceso le agradezco por su compañía y por recordarme que detrás de cada meta hay también motivos personales que nos impulsan a seguir adelante.*

*A mi tía **Guadalupe Moreno**, quien desde niño siempre ha sido un ejemplo a seguir para mí, así como mis abuelitos **Arturo, Rosita, Trino (QEPD)** y **Chabe (QEPD)** por ser pilares en mi formación de vida.*

*A mis mejores amigas **Luisa e Irish**, quienes han estado siempre brindando apoyo incondicional. A mis **amigos y compañeros** que compartieron conmigo este*

proceso, gracias por las conversaciones, las risas y el apoyo silencioso en los momentos de cansancio.

Quiero hacer un agradecimiento especial al **Dr. Javier Ferreiro y a la Dra. Harriet**, quienes me guiaron e impulsaron por el camino de la investigación. El **Ing. Luis Mena** quien, con su apoyo, guía y confianza en mí, ha aportado conocimiento y una amistad que atesoro de por vida.

No puedo dejar pasar la oportunidad de agradecer al **Dr. Odón, Dr. Antonio Fávila, Dr. Enrique Armas, Dr. Francisco Ayvar, Mariana Hernández, Dra. Marcela Teresa, Dr. Javier Ponce, Dr. Héctor Vergara, Mtro. Kenitay, Mtra. Lizbeth Chávez y Mtra. Caro Oropeza**, quienes han sido pieza clave en mi formación y crecimiento personal y profesional, han dejado huella en mi vida.

Así mismo, quiero agradecer al **ININEE**, a la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo** por su compromiso con mi formación científica-académica.

Finalmente, a **CONAHCYT** (ahora **SECIHTI**), instituciones que fueron indispensables para hacer posible este proceso. Su apoyo económico y técnico fue indispensable para que éste sueño se materializara.

Este trabajo es el resultado de muchas manos, voces y corazones que se entrelazan en mi historia. A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro que hoy celebro con humildad y gratitud.

Dedicatoria

Este logro quiero dedicarlo a mis papás **Marío y Tere**, ustedes son mi mayor tesoro en mi vida. Los amo infinitamente, y estaré agradecido con ustedes hasta la eternidad por haber sido mis pilares y a quienes me debo. También a mi hermano **Willy**, quien siempre ha cuidado de mí. Y a mi ahijado **Demían**, una razón más para ser una persona de bien para poder ser un buen ejemplo para él. Los amo a todos.

Al **Dr. René Marín** quien, ha sido pieza clave en mi formación y en la realización exitosa de este proceso, atesoro para siempre su amistad, y me llevo los mejores aprendizajes que ha forjado en mí.

A mi **Tía Lupe Moreno**, por siempre confiar en mí y ser mi ejemplo a seguir.

Al **Ing. Mena**, el **Dr. Ferreiro** y la **Dra. Harriet**, ustedes son de mis mayores maestros científicos y profesionales.

A mis abuelitos **Trino (QEPD), Chabe (QEPD), Arturo y Rosita**, gracias a ustedes mis papás y yo estamos aquí, dadores de vida, formadores inigualables, aunque dos de ellos no estén presentes físicamente, sé que estarán orgullosos de quienes forjaron, **HASTA EL CIELO, LOS AMO.**



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL

Dra. América Ivonne Zamora Torres.
Presidenta del H. Consejo Técnico.
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.
P R E S E N T E.

Por medio de la presente le enviamos un cordial saludo y nos permitimos hacer de su conocimiento que una vez revisada la Tesis Doctoral titulada **"EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024"** del alumno (a) **MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR** del Programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, hemos encontrado que satisface plenamente los requerimientos hechos por el Jurado Sinodal, por lo que otorgamos nuestra autorización para que se lleve a cabo la impresión de la versión definitiva de la citada tesis y se continúe con el proceso de obtención del grado respectivo.

Sin otro asunto que tratar por el momento, quedamos a sus órdenes para cualquier duda o aclaración al respecto.

ATENTAMENTE.

Morelia, Mich., a 24 de febrero de 2026

Jurado Sinodal

Dr. René Augusto Marín Leyva
Director de Tesis

Dr. Juan González García
Co-director

Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera
Primer vocal

Dra. María Teresa Cortés Zavala
Segundo vocal

Dra. América Ivonne Zamora Torres
Tercer vocal

C.c.p. Archivo.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL
CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Morelia, Mich., el día 24 de febrero de 2026, quien suscribe , **MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR** , alumno (a) del programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, manifiesta ser el autor intelectual del presente trabajo de tesis, desarrollado bajo la dirección del **DR. RENÉ AUGUSTO MARÍN LEYVA** y cede los derechos del trabajo titulado **“EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024 ”** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin la autorización escrita del autor y/o director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo, deberá realizarse conforme a las prácticas legales establecidas para este fin.



MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR

Índice general

Índice general.....	VI
Índice de tablas, gráficas, ilustraciones, mapas y anexos	XII
Tablas	XII
Gráficas	XIII
Ilustraciones	XIII
Mapas	XIV
Anexos	XIV
Siglarío.....	XV
Glosario	XIX
Resumen	XXVII
Palabras clave	XXVII
Abstract	XXIX
Keywords.....	XXIX
Introducción	XXXI
Capítulo I Fundamentos de investigación	1
I.1. Problemática: deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice	1
I.1.1. Desarticulación entre actores clave	3
I.1.2. Limitada participación de los actores en la innovación	3
I.1.3. Políticas públicas insuficientes	5
I.1.4. Rezago en innovación tecnológica	6
I.1.5. Desigualdades en el desarrollo económico	9
I.1.6. Problema de investigación	12
I.2. Preguntas de investigación	14
I.2.1. Pregunta general	14
I.2.2. Preguntas específicas.....	14
I.3. Objetivos de la investigación	14
I.3.1. Objetivo general	15

I.3.2. Objetivos específicos	15
I.4. Justificación	15
I.4.1. Alcance de la investigación.....	16
I.4.2. Trascendencia de la investigación.....	16
I.5. Horizonte temporal y espacial	20
I.6. Viabilidad de la investigación	20
I.7. Propósito	20
I.8. Hipótesis general.....	21
I.9. Hipótesis específicas	21
I.10. Identificación de variables	22
I.11. Justificación de las variables	23
I.11.1. Variable dependiente: Desarrollo industrial.....	23
I.11.2. Variable independiente: Academia	26
I.11.3. Variable independiente: Empresas	28
I.11.4. Variable independiente: Gobierno	30
I.12. Herramientas e instrumentos	32
I.13. Resumen crítico y conclusiones sobre la conformación de los fundamentos de la investigación.....	33
Capítulo II El desarrollo de las economías de APEC	35
II.1. El desarrollo industrial en el mundo	36
II.2. Innovación y desarrollo en el mundo	43
II.3. Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico (APEC)	47
II.3.1. Historia y evolución de APEC.....	47
II.3.2. Economías miembros de APEC.....	47
II.3.3. Comportamiento histórico del Ingreso Nacional Bruto per cápita, de las economías miembros de APEC.....	51
II.3.5. Cambios desde la incorporación de las economías miembros.....	53
II.3.6. Compromisos recientes y futuro de APEC	54
II.4. Desarrollo industrial en APEC.....	55

II.5. Innovación y desarrollo en APEC-----	56
II.6. Modelos de Hélice en el mundo -----	57
II.7. La Triple Hélice y la vinculación en las economías de APEC -----	59
II.8. La participación de México en APEC -----	63
II.9. Análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años-----	63
II.9.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030	63
II.9.2. Plan México	65
II.9.3. Expectativas para la economía mexicana	67
II.10. Resumen crítico y conclusiones de la conformación del marco referencial del desarrollo de las economías de APEC -----	68
Capítulo III Las Hélices, el desarrollo económico e industrial y sus principales desarrollos teóricos	71
III.1. Los modelos de Hélice-----	71
III.1.1. La Triple Hélice.....	72
III.1.2. La Cuádruple Hélice.....	74
III.1.3. La Penta Hélice.....	75
III.1.4. La N-tuple Hélice	76
III.1.5. Modelo base para la investigación.....	78
III.2. Teorías de economía y desarrollo -----	78
III.2.1. Teoría de la economía institucional.....	79
III.2.3. Teoría del desarrollo institucional	83
III.2.4. Teoría sobre la globalización de la producción	85
III.2.6. Teoría de desarrollo local	86
III.2.7. Teoría de desarrollo endógeno	87
III.2.9. Falacias del desarrollo	91
III.3. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la teoría económica y de desarrollo para las variables de la investigación -----	91
Capítulo IV Desarrollo empírico de los modelos de Hélice	93
IV.1. Investigación inherente al modelo de Triple Hélice -----	93

IV.2. Investigación inherente al modelo de Cuádruple Hélice-----	97
IV.3. Investigación inherente al modelo de Penta Hélice-----	99
IV.4. Investigación inherente al modelo de N-tuple Hélice -----	100
IV.5. Estudios de caso de los modelos de Hélice -----	101
IV.6. Econometría aplicada con un enfoque hacia los modelos de Hélices-----	108
IV.7. Análisis bibliométrico de referentes teóricos de investigación inherente a la Triple Hélice -----	121
IV.8. Resumen crítico de los modelos de Hélice, postura de la investigación y conclusiones-----	123
Capítulo V Econometría y los modelos de datos de panel	125
V.1. Econometría -----	126
V.2. Modelos econométricos de datos de panel-----	127
V.2.1. Características de los datos de panel	130
V.2.2. Paneles estáticos o dinámicos y cómo corregirlos.....	131
V.2.3. Problemas de estimación y correcciones	132
V.2.4. Paneles de efectos fijos y de efectos aleatorios, ...	133
V.2.5. Test de Hausman para efectos fijos o efectos aleatorios	136
V.2.6. Modelos dinámicos de datos panel	137
V.2.7. La vinculación en un modelo de datos panel clásico.....	138
V.3. Modelos de paneles con series no-estacionarias -----	139
V.3.1. El sesgo en las variables omitidas	140
V.3.2. Estimación y pruebas.....	141
V.3.3. Pruebas de raíz unitaria en presencia de dependencia transversal.....	142
V.3.4. Cointegración en datos panel.....	144
V.4. El modelo Mean Group de Pesaran y Smith (1995)-----	146
V.5. Modelo MG aplicado a la interacción de Triple Hélice-----	148
V.5.1. Especificación del modelo aplicado	149
V.5.2. Justificación empírica de su implementación	150
V.5.3. Ventajas específicas en el contexto APEC	151

V.6. Variables e indicadores implementados en el modelo econométrico -----	152
V.6.1. Variable dependiente	152
V.6.2. Variables independientes	152
V.7. Bases de datos utilizadas -----	154
V.8. Clasificación de las economías de APEC de acuerdo a su desarrollo-----	156
V.9. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la postura econométrica de la investigación-----	158
Capítulo VI Análisis de resultados.....	161
VI.1. Panel 1: Veinte economías -----	162
VI.1.1. Prueba de dependencia transversal.....	162
VI.1.2. Prueba de raíz unitaria	164
VI.1.3. Análisis de cointegración	167
VI.1.4. Análisis e interpretación del modelo de datos de panel 1 bajo la perspectiva del MG.....	168
VI.2. Panel 2: Economías más desarrolladas -----	171
VI.2.1. Prueba de dependencia transversal.....	171
VI.2.2. Prueba de raíz unitaria.....	173
VI.2.3. Análisis de cointegración	175
VI.2.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG.....	177
VI.3. Panel 3: Economías en desarrollo -----	179
VI.3.1. Prueba de dependencia transversal.....	180
VI.3.2. Prueba de raíz unitaria.....	182
VI.3.3. Análisis de cointegración	184
VI.3.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG.....	185
VI.4. Resumen crítico y conclusiones del análisis de resultados -----	188
Capítulo VII Discusión de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC	191

VII.1. Análisis comparativo entre paneles -----	192
VII.2. Gobierno: magnitud similar, mecanismos distintos -----	193
VII.3. Academia: fuerte en avanzadas, moderada en el agregado, nula en desarrollo--	194
VII.4. Empresas: motor principal en avanzadas, positivo en el conjunto, menor en desarrollo -----	195
VII.5. Jerarquía e interacción de los pilares por panel -----	196
VII.6. Constantes y componentes estructurales -----	197
VII.7. Robustez y heterogeneidad: por qué el MG es coherente con los hallazgos -----	197
VII.8. Causas plausibles y canales de transmisión-----	198
VII 7.9. Contrastes de gobierno, academia y empresas en el desarrollo industrial -----	198
VII.10. Rutas diferenciadas de política: estrategias educativas, científicas y empresariales para el desarrollo industrial en APEC-----	199
VII.11. Consideraciones metodológicas y de medición-----	200
VII.12. Posibles fuentes de sesgo -----	200
VII.13. De la evidencia al rumbo: contrastes de la Triple Hélice y estrategias de desarrollo industrial en APEC -----	201
VII.14. Resumen crítico y conclusiones de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC -----	201
Conclusiones generales.....	203
Bibliografía.....	219
Anexos.....	240

Índice de tablas, gráficas, ilustraciones, mapas y anexos

Tablas

Tabla 1. Economías y año en que se unieron los conformantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (<i>APEC, por sus siglas en inglés</i>).....	49
Tabla 2. Estudios de caso de los modelos de Hélice	102
Tabla 3. Estudios de caso de econometría con enfoque a la Triple Hélice	110
Tabla 4. Especificación de variables e indicadores de la investigación	154
Tabla 5. Clasificación de los datos de panel de la investigación.....	157
Tabla 6. Prueba de dependencia transversal para las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (<i>APEC, por sus siglas en inglés</i>).....	163
Tabla 7. Prueba de raíces unitarias para las veinte economías de APEC	165
Tabla 8. Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las veinte economías de APEC.....	167
Tabla 9. Modelo MG para las veinte economías de APEC	169
Tabla 10. Prueba de dependencia transversal para las economías más desarrolladas de APEC.....	172
Tabla 11. Prueba de raíces unitarias para las economías más desarrolladas de APEC	173
Tabla 12. Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las economías más desarrolladas de APEC.....	176
Tabla 13. Modelo MG para las economías más desarrolladas de APEC	177
Tabla 14. Prueba de dependencia transversal para las economías en desarrollo de APEC	180
Tabla 15. Prueba de raíces unitarias para las economías en desarrollo de APEC	182
Tabla 16. Análisis de raíces unitarias de Pedroni (2004) para las economías en desarrollo de APEC.....	185
Tabla 17. Modelo MG para las economías en desarrollo de APEC	186

Tabla 18. Comparativa de estimaciones del modelo MG entre las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo.....	193

Gráficas

Gráfica 1. Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	4
Gráfica 2. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).....	7
Gráfica 3. Gasto público en educación, total (% del PIB).....	8
Gráfica 4. Producto Interno Bruto per cápita	10
Gráfica 5. Análisis bibliométrico de investigaciones entorno a la Triple Hélice	18
Gráfica 6. Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva del desarrollo regional.....	24
Gráfica 7. Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva de la economía industrial.....	25
Gráfica 8. Análisis bibliométrico de la variable academia desde la perspectiva de la universidad.....	27
Gráfica 9. Análisis bibliométrico de la variable empresas desde la perspectiva de la industria	29
Gráfica 10 . Análisis bibliométrico de la variable gobierno.....	31
Gráfica 11. INBpc histórico de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)	52
Gráfica 12. Densidad de autores más citados de Triple Hélice	121

Ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de causa y efecto de la investigación	22
Ilustración 2. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).....	42
Ilustración 3. Modelo de Triple Hélice estatista	73
Ilustración 4. Modelo de Triple Hélice laissez faire	73
Ilustración 5. Modelo de Triple Hélice de convergencia o innovador	74
Ilustración 6. Modelo de Cuádruple Hélice	75

Ilustración 7. Modelo de Penta Hélice	76
Ilustración 8. Modelo de N-tuple Hélice.....	77

Mapas

Mapa 1. Cambios de las zonas industriales derivado de la deslocalización de las empresas.....	40
Mapa 2. Distribución de las áreas industriales en el mundo.....	41
Mapa 3. Mapa de clasificación de las economías que conforman el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés).....	50

Anexos

Anexo 1. Matriz de congruencia	240
Anexo 2. Producto Interno Bruto per cápita de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) 1993-2024.....	242
Anexo 3. Gasto público en educación (total) de las economías de APEC 1993-2024	243
Anexo 4. <i>Artículos en publicaciones científicas y técnicas de las economías de APEC 1993-2024.....</i>	244
Anexo 5. <i>Solicitudes de patentes (totales) de las economías de APEC 1993-2024.....</i>	245
Anexo 6. <i>Análisis de coincidencias.....</i>	246

Siglarlo

ABAC	Consejo Asesor Empresarial de APEC
ABM	Asociación de Bancos de México
ADF	<i>Augmented Dickey-Fuller</i> (Prueba Dickey-Fuller aumentada)
ALC	América Latina y el Caribe
APEC	<i>Asia-Pacific Economic Cooperation</i> (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico)
ASC	Consortio de Centros de Estudios de APEC
ASEAN	<i>Association of Shouteast Asian Nations</i> (Asociación de Naciones de Asia Sudoriental)
ASG	Ambientales, Sociales y de Gobernanza
BANXICO	Banco de México
BM	Banco Mundial
CADF	<i>Cross Sectionally Augmented Dickey-Fuller</i> (Prueba Dickey-Fuller Aumentada en sección cruzada)
CD-Test o CD	<i>Cross-section Dependence</i> (Dependencia de las secciones cruzadas)
CDR	<i>Cross Dependence Route</i> (Ruta de Dependencia Transversal)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIPS	<i>Cross-Sectionally Augmented Im, Pesaran and Shin</i> (Prueba Im aumentada de secciones cruzadas de Pesaran y Shin)

CS-ARDL	<i>Cross-Sectional Autoregressive Distributed Lag</i> (Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos Aumentados Transversalmente)
EE. UU.	Estados Unidos de Norte América
FE	<i>Fixed Effects</i> (Efectos fijos)
FGLS	<i>Feasible Generalized Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles)
FMI	Fondo Monetario Internacional
FMOLS	<i>Fully Modified Ordinary Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Ordinarios Totalmente Modificados)
GLS	<i>Generalized Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Generalizados)
HDI	<i>Human Development Index</i> (Índice de Desarrollo Humano)
HP	Hewlett-Packard Company (Compañía Hewlett-Packard)
IBM	International Business Machines Corporation (Corporación Internacional de Máquinas Comerciales)
I+D	Investigación más Desarrollo
IED	Inversión Extranjera Directa
INB	Ingreso Nacional Bruto
INBpc	Ingreso Nacional Bruto per cápita
GII	<i>Global Innovation Index</i> (Índice de Innovación Global)
GMM	<i>Gaussian Mixture Model</i> (Modelo de mezcla Gaussiana o mínimos cuadrados generalizados)

LATAM	América Latina
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
MG	Mean Group (Media de grupos)
MMD	Miles de millones de dólares
NTICS	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sustentable
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i> (Mínimos cuadrados ordinarios)
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i> (Tratado de Cooperación en materia de Patentes)
PIBpc	Producto Interno Bruto per cápita
PGM	Primera Guerra Mundial
PIB	Producto Interno Bruto
PMG	<i>Pooled Mean Group</i> (Grupo de medias agrupadas)
PNB	Producto Nacional Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo

PP	Phillips-Perron
PYME	Pequeñas y Medianas Empresas
QLI	<i>Quality of Life Index</i> (Índice de Calidad de Vida)
RE	<i>Random Effects</i> (Efectos Aleatorios)
RRII	<i>Russian Regional Innovation Index</i> (Índice Regional Ruso de Innovación)
SAM	<i>Serviceable Available Market</i> (Mercado disponible útil)
SGM	Segunda Guerra Mundial
SPSS-25	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> en su versión 25
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
T-MEC	Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá
UE	Unión Europea
USD	<i>United States Dollar</i> (Dólares estadounidenses)
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i> (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

Glosario

Actores	Entiéndase por actores a los participantes en los modelos de Hélices, por ejemplo, el gobierno, las empresas o industria, las universidades o academia (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Alpha de Cronbach</i>	Es un coeficiente de fiabilidad que cuantifica la consistencia interna de un instrumento de medición, reflejando el grado en que los ítems de una escala están correlacionados y miden homogéneamente un mismo constructo (Hernández <i>et al.</i> , 2014).
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>	Prueba econométrica que incorpora retardos de los residuos para controlar autocorrelación, mejorando la precisión en paneles pequeños (Pedroni, 2004).
<i>Between-dimension</i>	Tests de grupo para analizar la cointegración, que permiten heterogeneidad en los parámetros y capturan la variabilidad entre unidades (Pedroni, 1999).
<i>Big Data</i>	Son conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos que superan la capacidad de las herramientas de procesamiento de datos tradicionales para capturar, almacenar, gestionar y analizar de manera eficaz (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Cloud computing</i>	Es la entrega de servicios de computación, como almacenamiento, procesamiento de datos, redes, <i>software</i> y análisis, a través de internet (Aghion & Akcigit, 2015).

<i>Commodities</i>	Bienes físicos o materiales que son intercambiables con otros bienes del mismo tipo y que tienen un valor intrínseco.
<i>Common Correlated Effects</i>	Método de estimación para datos de panel heterogéneos que busca controlar la dependencia transversal producida por factores no observados (Pesaran, 2006).
<i>Crecimiento económico</i>	El incremento de la capacidad productiva y la acumulación de capital en un territorio (Vázquez, 2007)
<i>Cross-section dependence</i>	La dependencia transversal en modelos de datos de panel se da cuando los términos de error de las distintas secciones cruzadas están correlacionados entre sí, debido a la presencia de factores comunes no observados que afectan simultáneamente a varias unidades de la muestra (Pesaran, 2004)
<i>Cuádruple Hélice</i>	Modelo de innovación basado en la interacción: Academia-Empresas-Gobierno-Sociedad civil (Lawton & Leydesdorff, 2022).
<i>Cultura maker</i>	También conocida como movimiento maker, se refiere a una filosofía o enfoque que promueve la creatividad, la innovación y la colaboración en el diseño y la fabricación de objetos y proyectos (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Desarrollo económico</i>	Proceso sostenible de crecimiento y cambio estructural en el que las comunidades locales están comprometidas por su interés en aumentar el empleo, reducir la pobreza, mejorar el nivel de vida de

la población y satisfacer las necesidades y demandas de los ciudadanos (Vázquez, 2001, 2007, 2009)

Deslocalización

Proceso por el cual una empresa transfiere total o parcialmente sus actividades productivas de una región o país a otro con el fin de aprovechar diferencias en costos laborales, fiscales o regulatorios, incrementar su competitividad y maximizar beneficios (Pérez, 2013).

Econometría

La econometría es la disciplina que aplica técnicas estadísticas y matemáticas al análisis de datos económicos para estimar relaciones cuantitativas, contrastar hipótesis derivadas de la teoría económica y realizar predicciones (Wooldridge, 2010).

Fordismo

Modelo de trabajo implementado en la década de 1980, donde los procesos de producción se sistematizaron de manera lineal con máquinas de producción continua estandarizando el uso de recursos y la productividad (Zuccarino, 2012).

Industria 4.0

Es la cuarta revolución industrial caracterizada por la integración de tecnologías de fabricación y de la información que dan lugar a sistemas de producción inteligentes e interconectados, capaces de intercambiar datos en tiempo real, tomar decisiones descentralizadas y ofrecer procesos de manufactura flexibles y eficientes, promoviendo la innovación y la competitividad mediante la colaboración estrecha entre gobierno, academia y empresa (Laines *et al.*, 2022).

Inputs	Actores productivos explícitos (innovación, capital humano, tecnología) que impulsan el crecimiento económico (Romer, 1986).
Lags	Retrasos o lagunas de datos (Wooldridge, 2010).
<i>Laissez faire</i>	Concepto asociado con la idea de limitar la intervención del gobierno en la economía y permitir que las fuerzas del mercado operen con la menor interferencia posible (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Málaga Media Happening</i>	Grupo de trabajo integrado por los líderes de las principales empresas que operan en el sector de la comunicación en España (Pastor, 2012).
<i>Mean-Group</i>	Es una técnica de estimación para datos de panel que reconoce la heterogeneidad de las relaciones entre variables en cada unidad transversal (país, región, empresa, etc.) y, estima por separado para cada unidad i la regresión (Pesaran, 2006).
<i>Microsoft</i>	Microsoft Corporation es una multinacional tecnológica estadounidense con sede en Redmond, Washington.
<i>Modified Variance Ratio</i>	Es un estadístico diseñado para evaluar la consistencia temporal de la varianza en una serie de datos, ajustando explícitamente por problemas de heterocedasticidad y dependencia serial (MacKinlay & Lo, 1989).

Modified Philips-Perron

Prueba econométrica que ajusta los residuos para corregir correlación serial y heterocedasticidad, ofreciendo mayor robustez (Pedroni, 2004).

N-tuple Hélice

Es una generalización algorítmica del enfoque de la Hélice triple (universidad-industria-gobierno) que incorpora un número arbitrario N de “Hélices” o dimensiones institucionales (Leydesdorff, 2012).

Penta Hélice

Es un modelo de gestión de la innovación abierta orientado a la sostenibilidad, que articula la interacción colaborativa de cinco actores clave (sociedad, academia, industria, gobierno y medio ambiente) para generar valor sustentable mediante la gestión racional de recursos, el apoyo económico y la circulación efectiva del conocimiento, con el fin de resolver problemas nacionales y promover la independencia tecnológica (Orozco, 2019).

Pooled

Técnica que incluye en una única regresión de panel los promedios transversales de la variable dependiente y de las regresoras como “proxies” de los factores comunes no observados (Pesaran, 2006).

Pooled estimators

Técnica que incluye en una única regresión de panel los promedios transversales de la variable dependiente y de las regresoras como “proxies” de los factores comunes no observados (Pesaran, 2006).

Pooled Mean Group

Herramienta econométrica para datos de panel cuando se espera que las economías compartan un camino de equilibrio común a largo plazo, pero difieran en la velocidad y la forma en que responden a los choques en el corto plazo (Pesaran *et al.*, 1999).

Polietapismo	Es la construcción de marcos analíticos que avanzan en múltiples fases o “etapas” de forma iterativa y complementaria para comprender la gobernanza de recursos y las decisiones colectivas (Ostrom, 1990, 2005).
Polinomios de acción colectiva	Una herramienta analítica que evalúa las condiciones bajo las cuales las comunidades pueden autogobernarse con éxito (Ostrom, 1990, 2005).
Politeísmo institucional	Es la coexistencia de múltiples órdenes normativos o centros de autoridad dentro de un mismo ámbito de gobernanza, de modo que los actores sociales deben negociar, conciliar o alternar entre “dioses” institucionales distintos, cada uno con sus propias reglas y mecanismos de sanción (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).
Proxy	Sustituto medible de una variable de interés que es inobservable, inmedible o difícil de cuantificar (Baltagi, 2008).
Scopus	Base de datos bibliográfica y de citas de literatura científica revisada por pares, que permite analizar la producción, impacto y tendencias de investigación a nivel global (Elsevier, 2025).
Silicon Valley	Centro de innovación tecnológica e informática ubicada en la Bahía de San Francisco, California en Estados Unidos (Pastor, 2012).

<i>Smart-industries</i>	Es la aplicación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la automatización, el análisis de datos y la conectividad, en la industria para mejorar la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Software</i>	Programa informático digital (Wooldridge, 2010).
<i>Spin-offs</i>	Empresas creadas a partir de resultados de investigación universitaria, que buscan transferir conocimiento y tecnología al mercado mediante la explotación de innovaciones desarrolladas en el ámbito académico (Gómez <i>et al.</i> , 2006).
<i>Start-ups</i>	Pequeñas empresas emergentes enfocadas en la creación de productos de base tecnológica e innovadora con modelos de negocio disruptivos y escalables (Pastor, 2012).
<i>Tech City</i>	Se utiliza para describir áreas urbanas que han experimentado un crecimiento significativo en el sector tecnológico y la presencia de empresas tecnológicas (Pastor, 2012).
<i>Triple Hélice</i>	Modelo que plantea que el desarrollo de la innovación y el crecimiento económico basados en el conocimiento surgen de la interacción dinámica entre tres esferas institucionales: la universidad, la industria y el gobierno (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Web of Science</i>	Base de datos bibliográfica e índice de citación interdisciplinar, gestionada por Clarivate, que permite acceder a publicaciones

científicas y analizar su impacto mediante referencias y métricas de citación (Clarivate, 2025).

Within-dimension

Tests de panel que evalúan la hipótesis de cointegración considerando parámetros homogéneos entre las unidades del panel (Pedroni, 1999).

Resumen

La presente investigación doctoral analiza la relevancia de los modelos de Hélice, particularmente de la Triple Hélice, como esquemas de gobernanza de la innovación orientados a articular la interacción entre universidad, empresa y gobierno en el proceso de desarrollo industrial de las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (*APEC*, por sus siglas en inglés) durante el periodo 1993-2024.

El estudio parte del reconocimiento de que, a pesar de la intensificación de los procesos de apertura económica y del avance tecnológico global, persisten marcadas asimetrías estructurales entre economías altamente desarrolladas y economías emergentes dentro del bloque, especialmente en términos de inversión en investigación y desarrollo, capacidades científicas, productividad industrial y formación de capital humano.

El objetivo central de la investigación consiste en determinar el impacto que ejerce la interacción entre los tres componentes de la Triple Hélice sobre el desarrollo industrial, analizando el papel del gobierno a través del gasto público en educación, la contribución de la academia mediante la producción científica y la función del sector empresarial a partir de la generación de patentes. Este enfoque permite identificar los factores que impulsan con mayor intensidad el desarrollo industrial en economías con niveles de desarrollo heterogéneos, así como evaluar el carácter diferenciado de la vinculación institucional.

La metodología combina una revisión teórica y bibliométrica de la literatura especializada con un análisis econométrico de datos de panel, utilizando series anuales provenientes de Banco Mundial (BM). Se aplican pruebas de dependencia transversal, raíz unitaria y cointegración, y para la estimación de las relaciones de largo plazo se emplea el método *Mean Group* (*MG*, por sus siglas en inglés), el cual permite capturar la heterogeneidad estructural entre países y obtener estimaciones tanto individuales como promedio para el conjunto de economías analizadas.

Los resultados evidencian la existencia de una relación estable y estadísticamente significativa de largo plazo entre las actividades de los tres agentes de la Triple Hélice y el desarrollo industrial, aunque con impactos diferenciados según el nivel de desarrollo. En el panel agregado, las variables asociadas al gobierno, la academia y las empresas presentan efectos positivos; no obstante, el análisis por grupos revela que, en las economías avanzadas,

la actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, constituye el principal motor del desarrollo industrial. En las economías en desarrollo, adquieren mayor relevancia el gasto público en educación y la actividad empresarial, mientras que la contribución directa de la academia resulta limitada o no significativa, lo que refleja brechas en los mecanismos de transferencia tecnológica y en la vinculación entre universidad y empresa.

Las conclusiones confirman que la Triple Hélice impulsa el desarrollo industrial en las economías de APEC, pero lo hace de manera diferenciada, en función de las condiciones institucionales, científicas y productivas de cada país.

Entre las principales aportaciones de la tesis destaca la medición empírica de la vinculación entre los actores de la Triple Hélice mediante un modelo econométrico replicable, así como la demostración de su carácter contextual. Asimismo, se formulan orientaciones de política diferenciadas: en las economías avanzadas se recomienda profundizar los mecanismos de transferencia y el fomento a la innovación empresarial, mientras que en las economías emergentes resulta indispensable fortalecer la educación, consolidar capacidades científicas y construir puentes efectivos entre la generación de conocimiento y su aplicación productiva.

Recapitulando, la investigación aporta evidencia empírica sólida y lineamientos estratégicos relevantes para el diseño de políticas de innovación y desarrollo industrial en una de las regiones económicas más dinámicas del mundo.

Palabras clave

Vinculación, Triple Hélice, Desarrollo Industrial, APEC, Econometría.

Abstract

This doctoral research analyzes the relevance of Helix models, particularly the Triple Helix, as innovation governance frameworks designed to articulate the interaction between universities, industry, and government in the process of industrial development within the economies that make up the Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) during the period 1993-2024.

The study begins with the recognition that, despite the intensification of economic liberalization processes and global technological progress, significant structural asymmetries persist between highly developed and emerging economies within the bloc, especially in terms of investment in research and development, scientific capacities, industrial productivity, and human capital formation.

The central objective of the research is to determine the impact of the interaction among the three components of the Triple Helix on industrial development, analyzing the role of government through public spending on education, the contribution of academia through scientific output, and the function of the business sector through patent generation. This approach makes it possible to identify the factors that most strongly drive industrial development in economies with heterogeneous levels of development, as well as to assess the differentiated nature of institutional linkages.

The methodology combines a theoretical and bibliometric review of specialized literature with an econometric analysis of panel data, using annual series from the World Bank. Tests of cross-sectional dependence, unit root, and cointegration are applied, and for the estimation of long-term relationships the Mean Group (MG) method is employed. This technique captures structural heterogeneity across countries and provides both individual and average estimates for the set of economies analyzed.

The results demonstrate the existence of a stable and statistically significant long-term relationship between the activities of the three Triple Helix agents and industrial development, although with differentiated impacts depending on the level of development. In the aggregated panel, variables associated with government, academia, and business show positive effects; however, group analysis reveals that in advanced economies, business activity, measured through patent applications, constitutes the main driver of industrial

development. In developing economies, public spending on education and business activity gain greater relevance, while the direct contribution of academia proves limited or not significant, reflecting gaps in technology transfer mechanisms and in university and industry linkages.

The conclusions confirm that the Triple Helix fosters industrial development in APEC economies, but does so in a differentiated manner, depending on the institutional, scientific, and productive conditions of each country.

Among the main contributions of the thesis are the empirical measurement of linkages among Triple Helix actors through a replicable econometric model, as well as the demonstration of its contextual character. In addition, differentiated policy orientations are proposed: in advanced economies, it is recommended to deepen transfer mechanisms and promote business innovation, while in emerging economies it is essential to strengthen education, consolidate scientific capacities, and build effective bridges between knowledge generation and its productive application.

In summary, the research provides solid empirical evidence and relevant strategic guidelines for the design of innovation and industrial development policies in one of the most dynamic economic regions in the world.

Keywords

Vinculation, Triple Helix, Industrial Development, APEC, Econometrics.

Introducción

El desarrollo regional constituye una dimensión fundamental para comprender la dinámica económica de las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), en tanto que los procesos de crecimiento, industrialización e innovación no se distribuyen de manera homogénea al interior de los países, sino que se concentran territorialmente en regiones específicas.

La literatura del desarrollo económico ha demostrado que la competitividad, la productividad y la capacidad innovadora emergen de configuraciones regionales donde interactúan empresas, instituciones públicas y sistemas de conocimiento, dando lugar a trayectorias diferenciadas de desarrollo (Krugman, 1991; Porter, 1990; Scott & Storper, 2007).

En el contexto de APEC, caracterizado por una marcada heterogeneidad estructural y niveles diversos de desarrollo, el análisis regional resulta particularmente pertinente, ya que permite identificar cómo los procesos de integración económica, apertura comercial y difusión tecnológica se traducen, o no, en procesos de desarrollo industrial territorialmente equilibrados. Desde esta perspectiva, el desarrollo regional no solo complementa el análisis macroeconómico del desempeño de APEC, sino que opera como un elemento clave para evaluar la efectividad de los mecanismos de vinculación institucional y productiva que dan lugar a los modelos de innovación contemporáneos.

La presente investigación se centra en el análisis del impacto del modelo de Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías que integran el APEC durante el periodo comprendido entre 1993 y 2024. Este modelo, se considera clave para la interacción institucional, mismo que ha adquirido relevancia mundial al ofrecer esquemas de colaboración entre distintos actores sociales, económicos y políticos, con el propósito de fomentar la innovación, la ciencia y la tecnología como motores del crecimiento.

En particular, la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice y la Penta Hélice representan distintas etapas en la evolución de las estrategias de desarrollo. La primera, centrada en la articulación entre gobierno, academia y empresas, busca potenciar la transferencia tecnológica y la generación de conocimiento aplicado. La segunda incorpora a la sociedad como actor fundamental, asegurando que las prioridades sociales y culturales sean atendidas

en los procesos de innovación. La tercera añade la dimensión ambiental, reconociendo que la sostenibilidad es condición indispensable para el desarrollo industrial contemporáneo. Estas propuestas, surgidas en el tránsito hacia economías basadas en el conocimiento, constituyen un cambio de paradigma frente a los enfoques tradicionales de política industrial, al promover esquemas integradores y colaborativos (Etzkowitz, 2003; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Khusniyah, 2020; Leydesdorff, 2012; Sudiana *et al.*, 2020).

APEC fue fundado en 1989, se ha consolidado como un foro estratégico para la cooperación y participación económica en la región Asia-Pacífico. Con 21 economías miembros que representan aproximadamente el 62% del PIB mundial, el bloque constituye un espacio privilegiado para observar las dinámicas de integración regional, comercio libre y sostenibilidad económica. Sin embargo, la heterogeneidad interna es evidente: mientras algunas economías asiáticas han alcanzado niveles avanzados de industrialización y sofisticación tecnológica, otras, como lo son las de América Latina (LATAM), enfrentan rezagos estructurales que limitan su capacidad de competir en la economía global (Asia-Pacific Economic Cooperation [APEC], 2014, 2021, 2022a, 2022b, 2023b, 2023a, 2024; Etzkowitz, 2002).

En este contexto, la investigación se plantea como objetivo principal el determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024. Lo anterior, con el objetivo determinar si las estrategias implementadas han logrado transformar positivamente los índices de desarrollo industrial y cómo estas experiencias pueden servir como referencia para futuros proyectos en la región.

La tesis se organiza en siete capítulos, cada uno con un propósito específico que contribuye a la construcción de un análisis integral.

La investigación se inicia en su primer capítulo con el planteamiento del problema y la definición de los objetivos generales y específicos, así como con la justificación y las hipótesis de trabajo que guían todo el estudio. Desde el comienzo se subraya la relevancia de analizar los modelos de Hélice en el marco de APEC, un espacio caracterizado por la disparidad en los niveles de desarrollo industrial y por la necesidad de comprender cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas puede generar trayectorias diferenciadas de crecimiento. En este punto se describe también la metodología general, que combina

enfoques cualitativos y cuantitativos, y se explica la pertinencia de utilizar modelos econométricos de panel para capturar la heterogeneidad entre economías y evitar conclusiones homogéneas en contextos diversos.

Posteriormente, en el segundo capítulo, se ofrece un marco contextual amplio que revisa la evolución del desarrollo industrial en el mundo y analiza los principales hitos históricos de las economías del APEC desde su fundación. Se presentan estadísticas comparativas que evidencian las diferencias entre países asiáticos y latinoamericanos, así como los retos comunes en materia de innovación y competitividad. En este recorrido se introduce la discusión sobre los modelos de Hélice como instrumentos de política pública y se examinan experiencias internacionales que han marcado pauta en la articulación institucional para el desarrollo industrial, lo que permite situar a APEC dentro de un panorama global de aprendizaje y adaptación.

En un tercer momento, el estudio se adentra después en las teorías económicas y de desarrollo que sustentan la investigación. Se revisan enfoques como la teoría del desarrollo endógeno, los sistemas nacionales de innovación y el modelo de la Triple Hélice, discutiendo cómo estas perspectivas explican la relación entre capital humano, innovación empresarial y producción académica. Se plantea la hipótesis de que la complementariedad entre estos factores constituye un determinante robusto del desarrollo industrial, y se argumenta que la interacción de los tres pilares no es estática, sino dinámica, adaptándose a las condiciones institucionales y tecnológicas de cada país.

La estrategia empírica se presenta en el cuarto capítulo, describiendo las fuentes de datos utilizadas, entre ellas el Banco Mundial (BM) y bases estadísticas regionales, y justificando la selección del periodo 1993-2024 como un marco temporal que permite observar tanto fases de expansión como momentos de crisis. Así mismo, sustentado en un análisis bibliométrico, se explican las variables consideradas, como el gasto público en educación, las publicaciones de artículos científicos y técnicos, las solicitudes de patentes y el PIB per cápita (PIBpc) como indicador de desarrollo industrial. Aunado a lo anterior, se detalla el uso del *software* econométrico Stata y la aplicación de pruebas de dependencia transversal, raíces unitarias y cointegración en paneles, lo que asegura la validez de los resultados.

Para el quinto apartado, se presenta el núcleo metodológico, donde se desarrolla con la aplicación del estimador *Mean Group (MG, por sus siglas en inglés)* de Pesaran y Smith (1995), que permite capturar la heterogeneidad entre economías y estimar coeficientes diferenciados por país. Se discuten las ventajas de este modelo frente a enfoques tradicionales y se presentan resultados preliminares que muestran patrones diferenciados entre economías avanzadas y en desarrollo. Esta sección constituye un aporte técnico relevante, pues demuestra que la elección metodológica es coherente con la naturaleza heterogénea del bloque APEC.

El análisis de resultados se expone con detalle en el capítulo sexto de la presente investigación, presentando tablas comparativas entre paneles y ofreciendo interpretaciones de los coeficientes de cada variable. Se observa que en las economías avanzadas la innovación empresarial es el motor principal del crecimiento, mientras que en las economías en desarrollo el gasto público en educación y la actividad empresarial emergen como pilares más sólidos. La academia, en cambio, muestra un impacto limitado en contextos emergentes, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de transferencia tecnológica. Esta discusión se vincula con la literatura revisada y permite extraer implicaciones teóricas y prácticas que enriquecen la comprensión del fenómeno.

Finalmente, en el séptimo capítulo, se ofrece una síntesis crítica de la discusión comparativa entre los tres paneles, donde se destacan las diferencias en la jerarquía de efectos de los pilares de la Triple Hélice y se reflexiona sobre las implicaciones de política pública. Se presentan recomendaciones específicas para gobiernos, universidades y empresas, así como propuestas de cooperación regional en el marco de APEC. El cierre reafirma la hipótesis general y subraya la necesidad de políticas diferenciadas según el nivel de desarrollo, consolidando la tesis como un aporte tanto teórico como práctico para el diseño de estrategias de innovación y desarrollo industrial en la región Asia-Pacífico.

La investigación culmina, no sin antes presentar un sólido y justificado apartado de conclusiones y recomendaciones, basadas en la compilación empírica sustentada con literatura, análisis bibliométricos y, principalmente, en los resultados econométricos, donde se contempla también la respuesta a las hipótesis planteadas para la investigación.

Metodológicamente, el estudio combina enfoques cualitativos y cuantitativos. El uso de modelos econométricos de panel permite validar las hipótesis planteadas y ofrecer

evidencia robusta sobre la relación entre los pilares de la Triple Hélice y el desarrollo industrial. Los datos provienen de fuentes confiables como el BM y organismos regionales, lo que asegura la pertinencia y actualidad de los resultados.

La trascendencia de este trabajo radica en su doble aporte, primeramente, el teórico, al enriquecer la literatura sobre sistemas de innovación y modelos de Hélice, demostrando empíricamente que su efectividad varía según el nivel de desarrollo. Posteriormente, el práctico, al ofrecer recomendaciones concretas para fortalecer la interacción entre gobierno, academia y empresas en las economías de APEC, contribuyendo al diseño de políticas públicas y estrategias empresariales más efectivas.

Es así como se plantea que, esta tesis se propone no sólo analizar el impacto de los modelos de Hélice en el desarrollo industrial de APEC, sino también ofrecer una lectura estratégica que permita comprender las dinámicas diferenciadas entre economías avanzadas y en desarrollo. La estructura cronológica de los capítulos asegura un recorrido ordenado desde la fundamentación teórica hasta la discusión comparativa, pasando por el desarrollo empírico y econométrico.

El trabajo busca convertirse en una referencia para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en políticas públicas y empresariales, aportando evidencia sólida sobre cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas puede consolidar una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido que gestione el desarrollo de las economías en la región Asia-Pacífico.

Fundamentos de investigación

Introducción al capítulo

El Capítulo I tiene como propósito establecer los fundamentos teóricos y conceptuales de la investigación, a partir de un análisis exhaustivo de la problemática a atender. En el presente apartado se definen las preguntas de investigación, el objetivo general y los objetivos específicos, así como la justificación que sustenta la pertinencia del estudio.

Asimismo, se delimitan el alcance, la trascendencia, el horizonte temporal y espacial, la viabilidad y el propósito de la investigación, junto con la exposición de la metodología empleada, la hipótesis general y las específicas a contrastar, la identificación de las variables dependiente e independientes, las herramientas e instrumentos utilizados y, finalmente, la definición del universo de estudio.

Un elemento central de este capítulo es el análisis minucioso de la situación problemática, la cual da origen a la necesidad de emprender la investigación en busca de respuestas y alternativas de solución. Este ejercicio crítico permite no sólo comprender la complejidad del fenómeno, sino también aportar conocimiento y propuestas orientadas a su mejora, en concordancia con lo señalado por Tamayo (2003), por Hernández *et al.* (2014) y por Navarro (2014).

Es en ese sentido que, el capítulo inicial constituye la base estructural que guía el desarrollo de la investigación, articulando teoría, metodología y evidencia empírica en torno al modelo de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés).

I.1. Problemática: deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice

El modelo de la Triple Hélice, promueve la interacción entre universidad, industria y gobierno para fomentar la innovación y el desarrollo económico. Sin embargo, su implementación en las economías de APEC enfrenta diversos desafíos que limitan su

eficacia, especialmente en términos de vinculación entre los actores clave (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Leydesdorff, 2012).

Existe una gran cantidad de desafíos a los que se deben enfrentar los actores de dicho modelo, dichos desafíos deben afrontarse diariamente de manera colaborativa, gestionando así una sinergia entre actores, pero cuando esto no sucede es difícil alcanzar objetivos, más aún cuando dichos objetivos son ambiciosos y de gran impacto, como pueden ser aquellos que buscan generar desarrollo local y regional (Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

Un aspecto fundamental para lograr una sinergia efectiva en la implementación del modelo de Triple Hélice es la creación de vínculos entre los actores involucrados. Este elemento constituye uno de los pilares iniciales y más relevantes del proceso. Sin embargo, es frecuente que surjan obstáculos significativos al intentar establecer dicha vinculación. Entre estos desafíos se incluyen la falta de confianza y comunicación entre las partes, la existencia de trabas burocráticas tanto a nivel nacional como internacional, las regulaciones excesivas y la ausencia de incentivos económicos que promuevan la colaboración (Ponce & Güemes, 2017; Ponce & Güemes, 2016; Ramírez *et al.*, 2012; Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

La deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice es consecuencia de diversos factores que afectan la vinculación efectiva. Entre estos se encuentran la falta de coordinación entre los actores clave, la participación limitada en procesos de innovación, la ausencia de políticas públicas que fomenten estas conexiones, el rezago en el ámbito de la innovación tecnológica y las desigualdades en el desarrollo económico. Para superar esta problemática, es esencial abordar ciertas necesidades prioritarias que, aunque presentan un alto grado de complejidad, son fundamentales. Estas incluyen la promoción de políticas integradas que fortalezcan la colaboración, la reestructuración de los actores para optimizar su interacción y el impulso de una cultura que valore y promueva la innovación como eje estratégico del desarrollo. Estos esfuerzos buscan consolidar una relación más efectiva entre los actores involucrados (Chang, 2010; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; González, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2022; Luengo & Obeso, 2013; Park & Stek, 2022; Ponce & Güemes, 2016; Ramírez *et al.*, 2012; Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

1.1.1. Desarticulación entre actores clave

La falta de coordinación efectiva entre universidades, industrias y gobiernos ha obstaculizado la creación de sinergias necesarias para la innovación. Esta desarticulación se manifiesta en la ausencia de políticas integradas que promuevan la colaboración y en la escasez de plataformas que faciliten la interacción entre estos sectores (Brundenius *et al.*, 2008; González, 2009; Magro & Wilson, 2013).

Por otra parte, es una ardua tarea el articular esquemas de trabajo coordinado entre actores, toda vez que para alcanzar esta meta se debe llevar a cabo un largo y difícil proceso de preparación interna para la transformación institucional de cada actor o esfera de la Triple Hélice, en donde deben existir cambios organizacionales, normativos, políticos, administrativos, burocráticos, pero principalmente de dogmas, paradigmas y culturas que regularmente se tienen arraigadas, puesto que esto representa en ocasiones una resistencia al cambio (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995, 2000; Gordillo, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2022; Hernández, 2013; Osorio, 2015).

1.1.2. Limitada participación de los actores en la innovación

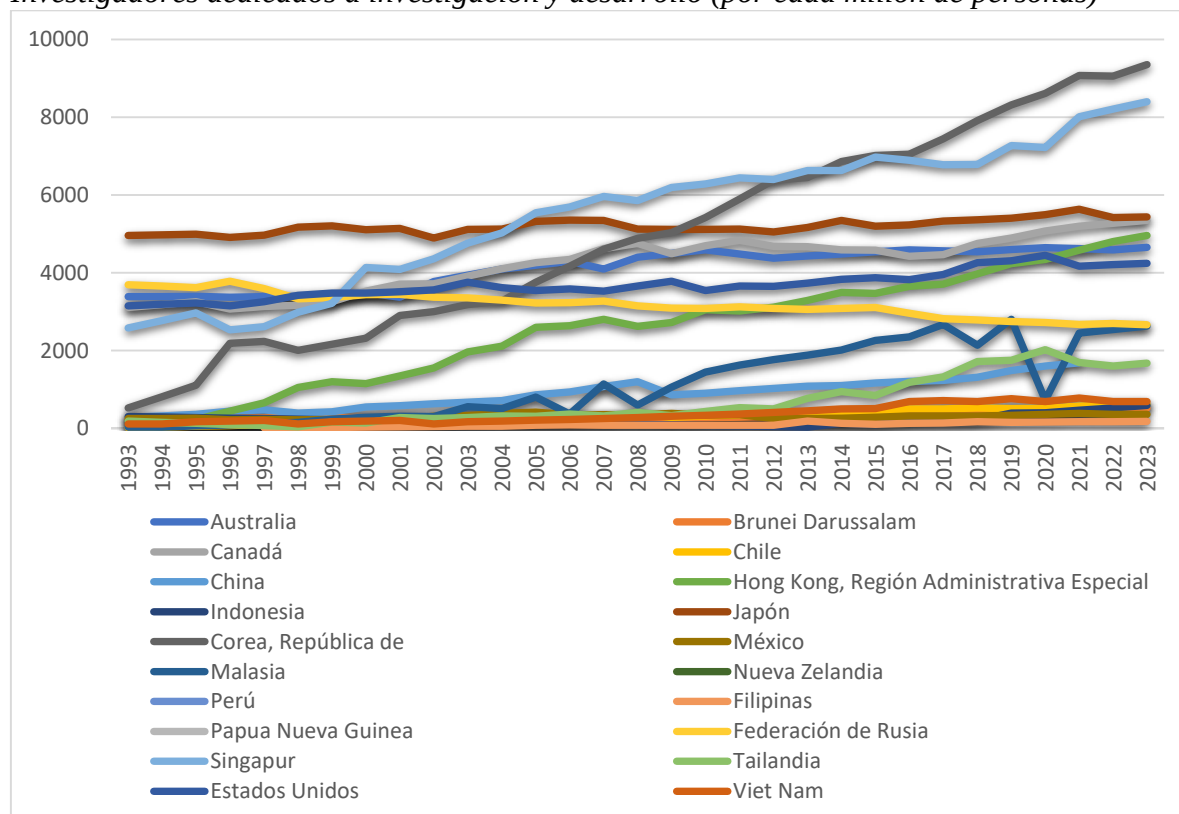
Aunque las universidades son reconocidas como fuentes de conocimiento, su participación en procesos de innovación orientados al mercado es limitada. Esto se debe, en parte, a estructuras académicas que no incentivan la colaboración con la industria y a la falta de mecanismos que faciliten la transferencia tecnológica (Franco & Rodríguez, 2020; Guerrero & Urbano, 2012).

La escasa comunicación y coordinación entre la academia, la industria y el gobierno son factores clave que afectan negativamente la vinculación entre estos actores. La burocracia y la falta de incentivos para la colaboración dificultan la interacción efectiva entre ellos. Así mismo, la falta de alineación entre los intereses y objetivos de la academia, la industria y el gobierno, así como la falta de recursos y apoyo para proyectos de colaboración, son desafíos significativos que afectan la vinculación entre estos actores en el modelo de la Triple Hélice. Es por lo anterior que es esencial proporcionar recursos y apoyo adecuados para proyectos de colaboración y fortalecer los mecanismos de comunicación y coordinación (Ponce & Güemes, 2017; Ponce & Güemes, 2016).

En este contexto, resulta pertinente señalar que, según lo planteado por Amador *et al.* (2023), la falta de coordinación y comunicación efectiva entre los actores de la Triple Hélice representa un obstáculo significativo para la innovación social. La alineación de objetivos y la implementación de mecanismos efectivos para la colaboración son necesarias para mejorar la efectividad de las políticas de innovación social.

Gráfica 1.

Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)



Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial [BM] (2024f).

La Gráfica 1 refleja el número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo (I+D) por cada millón de habitantes en diversos países entre 1993 y 2023, destacando disparidades significativas. En economías avanzadas como Estados Unidos (EE. UU.), Japón y Corea del Sur, se observa un crecimiento sostenido en la cantidad de investigadores, mientras que naciones de LATAM, como México y Perú, presentan cifras considerablemente menores. Este contraste señala desigualdades regionales en capacidades de I+D, condicionadas por

factores como políticas públicas, incentivos y estructuras académicas para colaboración con la industria.

Estas disparidades en el contexto de la Triple Hélice (academia, industria y gobierno) limitan la generación de conocimientos aplicables y la transferencia tecnológica en países con menor número de investigadores. En dichos casos, la coordinación entre los actores resulta insuficiente para impulsar proyectos de innovación. Frente a esta problemática, resulta esencial incrementar los recursos para colaboración académica-industrial, fortalecer la comunicación entre los sectores y fomentar políticas públicas que incentiven la formación de investigadores, especialmente en regiones menos desarrolladas.

1.1.3. Políticas públicas insuficientes

La ausencia de políticas públicas que promuevan la colaboración entre los actores de la Triple Hélice es un factor crítico, puesto que esto inhibe la óptima vinculación entre los mismos, toda vez que en algunos casos es casi nula la presencia de dichas políticas, y cuando existen muchas veces presentan como limitante que no son claras, ni efectivas, en su defecto, simplemente no se aplican, lo que conlleva a una falta de coordinación y apoyo institucional necesario para el fomento de la innovación y el desarrollo (Ponce & Guemes, 2017).

La carencia de estrategias gubernamentales unificada y la falta de coordinación entre diversos niveles de gobierno pueden obstaculizar la implementación efectiva del modelo de la Triple Hélice, lo cual conlleva a una carencia de apoyo y recursos para proyectos colaborativos entre la academia y la industria. Adicionalmente, la escasez de incentivos económicos y financiamiento adecuado para proyectos de investigación y desarrollo es otro factor que restringe la aplicación del modelo. Sin políticas públicas que promuevan y financien la colaboración entre los diferentes actores, es difícil alcanzar una verdadera sinergia (Amador *et al.*, 2023; Arias & Zuluaga, 2014; Estrada, 2015; Leyton *et al.*, 2017; Macías *et al.*, 2015; Sánchez & Avilés, 2012).

Las políticas gubernamentales en algunas economías de APEC no han logrado establecer un entorno propicio para la interacción efectiva entre los actores de la Triple Hélice. La ausencia de estrategias claras y de incentivos adecuados dificulta la formación de alianzas público-privadas y la promoción de la innovación (Aranguren *et al.*, 2010, 2017; Guerrero & Urbano, 2012).

I.1.4. Rezago en innovación tecnológica

El avance tecnológico es un pilar esencial para impulsar el desarrollo económico y la competitividad global. Sin embargo, entre las economías de APEC se observan desigualdades significativas en sus capacidades de innovación. Estas diferencias se reflejan en indicadores clave como el gasto en investigación y desarrollo (I+D) (véase Gráfica 2), la generación de patentes, el gasto público en educación, el valor agregado manufacturero de productos de alta tecnología, entre otros.

Asimismo, la calidad educativa y el fortalecimiento del capital humano son factores cruciales para el avance tecnológico. En varios países de APEC, persisten problemas relacionados con la calidad de la educación y la alineación de los programas académicos con las demandas del mercado laboral y del sector tecnológico. La escasez de profesionales altamente calificados en áreas científicas y tecnológicas representa un obstáculo para la capacidad de innovación y la competitividad internacional (Aali & Venegas, 2016; Arias & Zuluaga, 2014; Ramírez *et al.*, 2012).

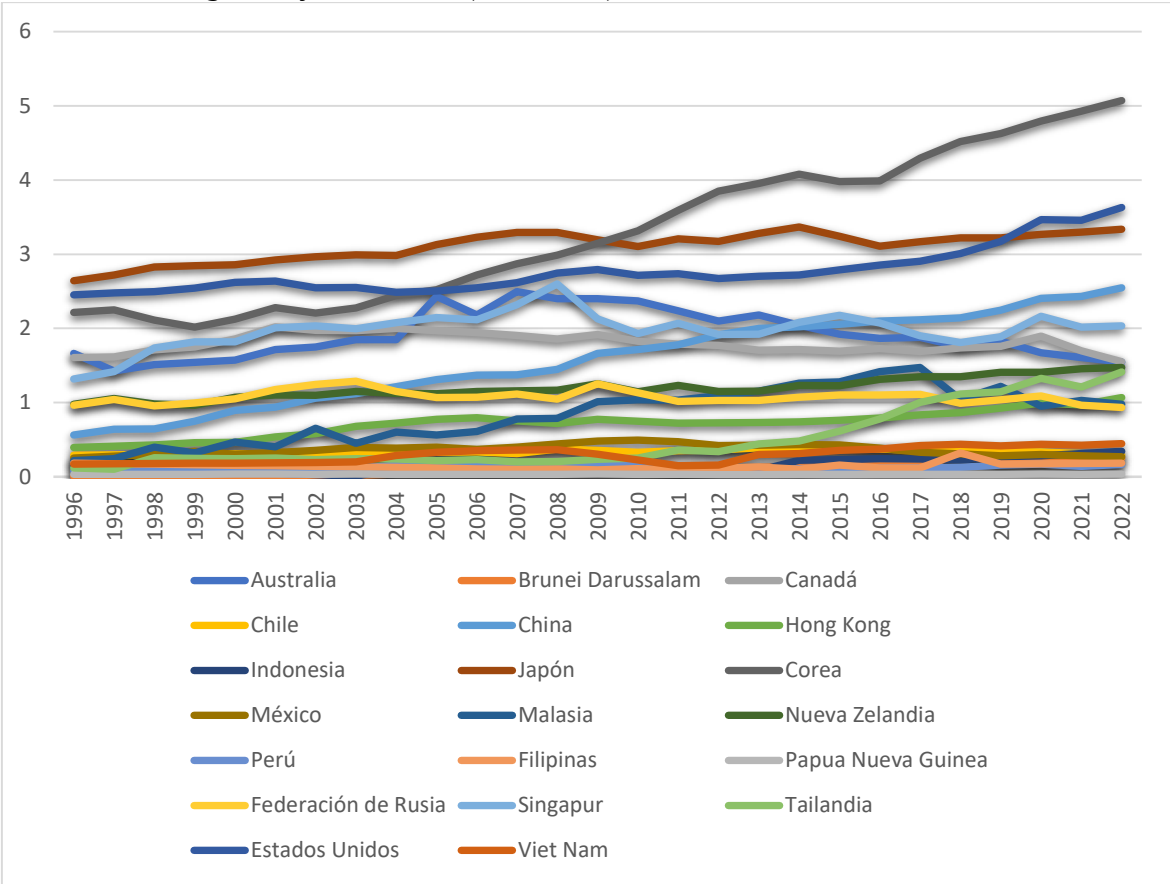
Por otro lado, el desarrollo de infraestructura tecnológica desempeña un papel vital en el fomento de la innovación. Algunas economías cuentan con infraestructuras insuficientes enfrentan barreras significativas para incorporar y difundir tecnologías avanzadas, perpetuando así el rezago tecnológico, siendo estas principalmente las de América Latina (LATAM) para el caso de APEC. Así mismo, la complejidad en el acceso a redes de comunicación eficientes y herramientas tecnológicas modernas afecta directamente la capacidad de las empresas para innovar y competir en el ámbito global (Flores, 2018; Gutiérrez & Flores, 2019; Rivera *et al.*, 2010; Valenzuela *et al.*, 2017).

La innovación es un pilar clave para el desarrollo económico y la competitividad global, particularmente en un mundo interconectado como el de las economías miembros de APEC. Aunque diversos países de esta región han implementado políticas destinadas a fomentar la innovación -como incentivos fiscales y programas de apoyo a *start-ups*-, los resultados obtenidos han sido inconsistentes.

Esto se debe, en gran medida, a la ausencia de condiciones necesarias para garantizar el éxito de dichas iniciativas, como la existencia de instituciones sólidas, un marco eficaz de protección de la propiedad intelectual y mercados financieros bien desarrollados. Aunado a ello, la falta de integración efectiva entre los sectores académico, industrial y gubernamental

ha generado un estancamiento en la capacidad innovadora de las economías de APEC, lo que compromete su competitividad en el mercado global (Díaz & Morales, 2023; Leydesdorff, 2012a; Narváez, 2011; Rivera *et al.*, 2010; Sudiana *et al.*, 2020; Torres, 2019; Uribe, 2019).

Gráfica 2.
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)

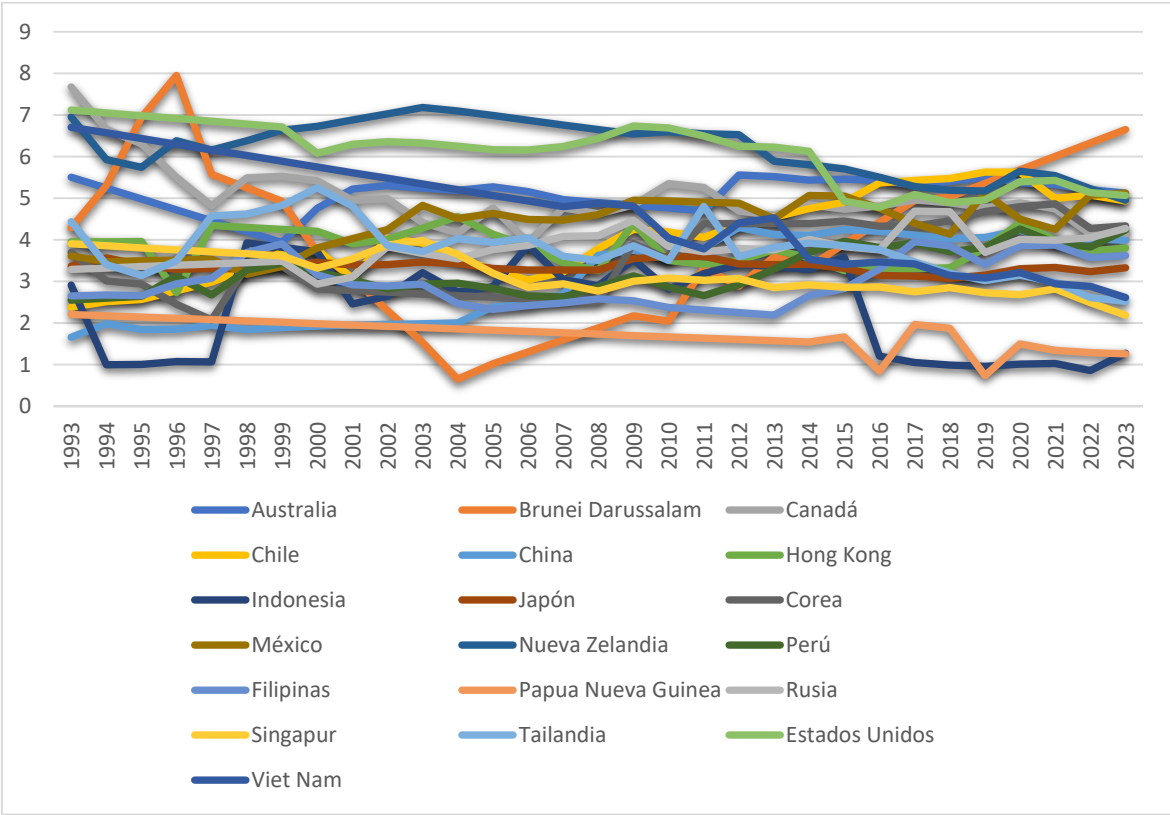


Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024c).

La Gráfica 2 evidencia una marcada disparidad en el gasto en I+D como porcentaje del PIB entre los países miembros de APEC desde 1996 hasta 2022. Mientras economías como Corea del Sur, Japón y EE. UU. lideran con inversiones cercanas al 4-5% del PIB, otros países, particularmente en LATAM como México, Perú y Chile, mantienen niveles inferiores al 1%. Este rezago en inversión tecnológica refleja limitaciones estructurales que dificultan la innovación y la competitividad global. Asimismo, países del sudeste asiático como Indonesia y Filipinas enfrentan desafíos similares, mostrando bajos niveles de inversión.

En este contexto, los países con mayor inversión presentan políticas robustas y estructuras que impulsan la innovación tecnológica, mientras que aquellos con menor gasto en I+D sufren problemas como insuficiencia de capital humano, infraestructura tecnológica limitada y menor alineación entre academia, industria y gobierno. Para enfrentar esta problemática, se propone fomentar la colaboración entre sectores de la Triple Hélice, incrementar los recursos destinados a I+D, fortalecer programas educativos en áreas tecnológicas y desarrollar infraestructuras que promuevan procesos de innovación sostenibles.

Gráfica 3.
Gasto público en educación, total (% del PIB)



Fuente: Elaboración propia con base en BM (2024d).

La Gráfica 3 evidencia variaciones significativas en el gasto público en educación como porcentaje del PIB entre los países miembros de APEC desde 1994 hasta 2023, destacando desigualdades entre economías desarrolladas y en desarrollo. Países como Nueva Zelanda,

Australia y Canadá lideran con un gasto de hasta 6.7% del PIB, mientras que economías latinoamericanas como México, Perú y Chile muestran inversiones más limitadas, entre el 2-4%.

Dichas diferencias reflejan un esfuerzo desigual en el desarrollo del capital humano necesario para la innovación tecnológica. Asimismo, países del sudeste asiático, como Indonesia y Filipinas, presentan desafíos similares, con niveles de gasto educativo igualmente bajos.

La relación entre la baja inversión educativa y el rezago en innovación tecnológica es clara: un menor gasto público limita la formación en áreas clave como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, dificultando la generación de innovación. Los países con mayores inversiones educativas, por otro lado, cuentan con condiciones más favorables para liderar en tecnología e innovación. Para cerrar dicha brecha, es crucial aumentar los recursos en educación, priorizar áreas tecnológicas en los presupuestos educativos, fortalecer la vinculación academia-tecnología y fomentar alianzas público-privadas que potencien los procesos de formación continua y competitividad global.

1.1.5. Desigualdades en el desarrollo económico

Las economías que no logran implementar eficazmente el modelo de la Triple Hélice enfrentan dificultades para alcanzar un desarrollo económico equilibrado y sostenible, perpetuando disparidades regionales (Etzkowitz *et al.*, 2000).

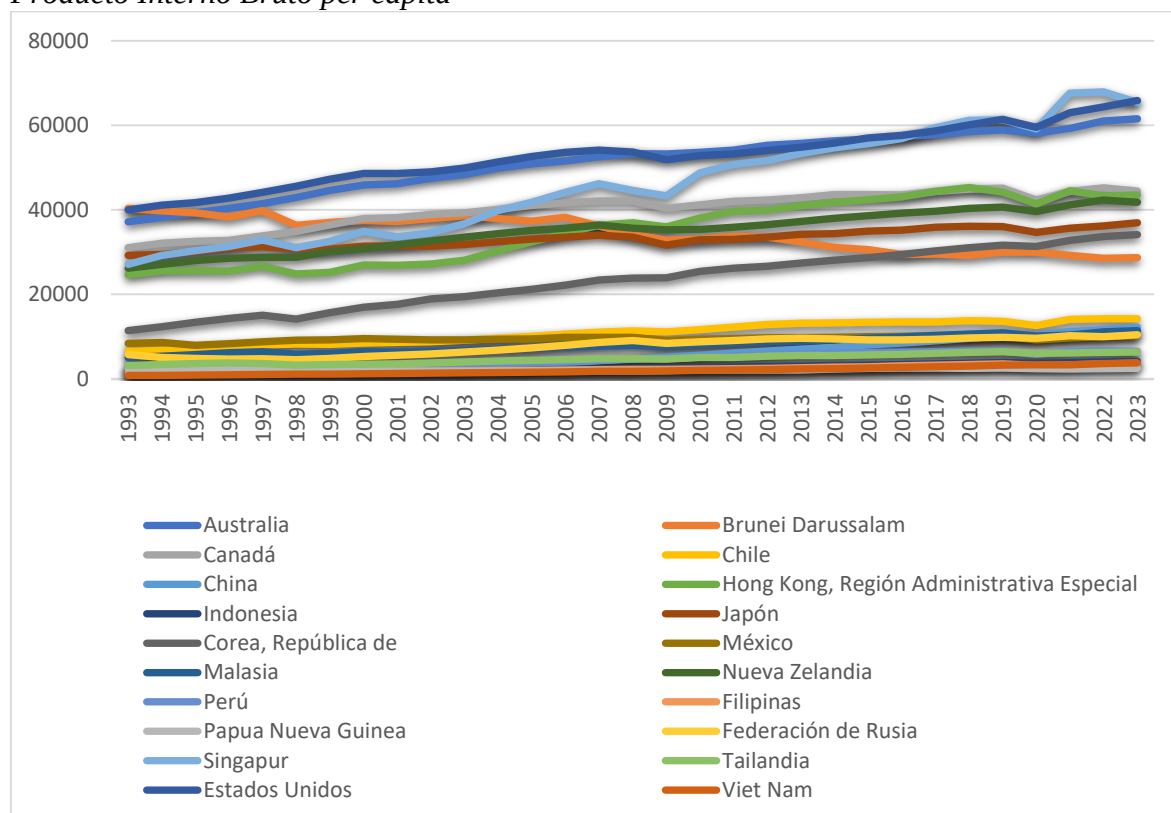
En este mismo sentido, Luna (2022), afirma que las desigualdades suelen tener impactos negativos sobre el crecimiento económico, además, considera que la solución no radica en la implementación de políticas encaminadas únicamente a tener altas tasas de crecimiento.

Estas disparidades económicas tienen un impacto significativo en el crecimiento de las naciones. Prosiguiendo con lo mencionado anteriormente, Luna (2022), postula que las desigualdades ralentizan el desarrollo económico sostenible, algo que se refleja en el crecimiento lento y poco estable de los países con ingresos más bajos. Por el contrario, las economías con Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) alto mantienen un progreso sostenido y una mayor inversión en educación, tecnología e innovación, elementos clave para superar barreras estructurales.

Corea del Sur representa un ejemplo exitoso, con políticas estratégicas que han permitido crecimiento económico constante y una distribución más equitativa. En contraste, México y Chile han experimentado avances en su PIBpc, pero continúan arrastrando desigualdades internas que limitan su potencial de desarrollo. Esta situación subraya la importancia de trascender la mera acumulación de riqueza y avanzar hacia políticas que equilibren la distribución del desarrollo.

Gráfica 4.

Producto Interno Bruto per cápita



Fuente: Elaboración propia con base en BM (2024h).

La Gráfica 4 muestra que reducir las disparidades económicas requiere un enfoque integral que combine la inversión en innovación y educación, el fortalecimiento de sectores estratégicos y la colaboración efectiva entre academia, industria y gobierno. Solo con estrategias que fomenten la equidad regional será posible cerrar brechas económicas y alcanzar un crecimiento sostenible e inclusivo.

Considerando las problemáticas previamente abordadas, diversos autores han propuesto posibles soluciones; por ejemplo, Etzkowitz (2003), Leydesdorff (2012) y, Guerrero y Urbano (2012), quienes sugieren posibles soluciones para atender necesidades específicas que podrían apoyar en la mejora del tema, algunas de las cuales se destacan los siguientes: fomento de políticas integradas en donde, es esencial que los gobiernos de las economías de APEC desarrollen políticas que promuevan la colaboración entre universidad, industria y gobierno, estableciendo incentivos claros y facilitando la creación de plataformas de interacción.

De igual manera; la reestructuración de los actores que busca que las instituciones académicas se adapten para desempeñar un rol más activo en la innovación, fomentando la colaboración con la industria y participando en la creación de soluciones orientadas al mercado.

Finalmente, la promoción de la cultura de innovación, la cual es fundamental para cultivar una cultura que valore la innovación y la colaboración entre los diferentes actores, reconociendo la importancia de la sinergia entre universidad, industria y gobierno para el desarrollo económico.

Con base en lo analizado en los párrafos anteriores, es trascendental evidencias que la presente investigación busca analizar la problemática de la vinculación entre los actores del modelo de Triple Hélice en las economías de APEC, entendiendo esta como un elemento fundamental para impulsar la innovación y el desarrollo sostenible en la región. Si bien numerosos autores han abordado aspectos relacionados con la integración entre universidad, industria y gobierno, persisten desafíos significativos que dificultan alcanzar una sinergia efectiva.

El enfoque de la presente investigación no solo pretende entender las causas subyacentes de dichas deficiencias en la vinculación, como la desarticulación entre actores clave, la limitada participación en procesos de innovación y las carencias en políticas públicas, sino también proponer soluciones que ofrezcan una perspectiva novedosa y transformadora. Este estudio aspira a desarrollar herramientas, estrategias y modelos que promuevan una interacción más efectiva entre los actores, superando obstáculos como la falta de confianza, la burocracia excesiva y el rezago en innovación tecnológica.

Basándose en dicho enfoque, se pretende contribuir al fortalecimiento del modelo de Triple Hélice en las economías de APEC, permitiendo no solo aprovechar su potencial innovador, sino también aumentar su competitividad en el mercado global. Las propuestas que emerjan de este estudio serán fundamentales para impulsar un desarrollo económico sostenible y equitativo en la región, destacando la importancia de la vinculación como eje central del progreso.

1.1.6. Problema de investigación

En las últimas décadas, el modelo de la Triple Hélice ha sido reconocido como un enfoque fundamental para promover la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad económica mediante la articulación entre universidad, industria y gobierno. No obstante, en el contexto de las economías de APEC, su implementación ha enfrentado una serie de dificultades estructurales, institucionales y culturales que han impedido consolidar una sinergia efectiva entre los actores que lo componen. La presente investigación parte de la identificación de este problema como una barrera significativa para el desarrollo industrial equilibrado y sostenible dentro de la región APEC.

La principal problemática radica en la desconexión sistemática entre los sectores académico, productivo y gubernamental. Esta desvinculación no solo genera duplicidad de esfuerzos y desperdicio de recursos, sino que también obstaculiza la transferencia tecnológica, debilita la formación de capital humano altamente calificado y limita la consolidación de clústeres tecnológicos regionales. Diversos estudios han evidenciado que, a pesar del reconocimiento teórico del modelo de la Triple Hélice, su aplicación en la práctica tiende a ser superficial o fragmentada (Cai, 2014; Chung, 2014; Said & Abdullah, 2024).

Por mencionar un ejemplo de lo anterior, en el caso de China, a pesar de los avances en infraestructura y la promoción de parques tecnológicos, se observan bajos niveles de colaboración entre empresas, universidades y gobiernos locales, especialmente en regiones como Zhejiang, donde el 94% de las empresas no establece vínculos con instituciones académicas ni con autoridades (Lu, 2023). Asimismo, la influencia de modelos organizacionales de herencia soviética y la cultura orientada al corto plazo han limitado la construcción de redes de innovación sostenibles (Cai, 2014).

En Corea del Sur, la política académica impulsada por el programa BK21 orientó los esfuerzos de las universidades hacia la publicación en revistas internacionales, dejando de

lado la colaboración local con la industria y el gobierno. Esto produjo un aislamiento funcional de las Hélices, generando una pérdida de oportunidades para el desarrollo tecnológico endógeno (Park & Leydesdorff, 2010). De manera similar, en Japón, la globalización ha contribuido a erosionar los vínculos nacionales, priorizando alianzas internacionales sobre la articulación de los sistemas locales de innovación (Leydesdorff & Su, 2009).

En el sudeste asiático, Malasia presenta un caso paradigmático de desarticulación institucional, donde los distintos tiempos y lógicas operativas de los sectores universitario y empresarial dificultan la colaboración efectiva. La falta de oficinas de transferencia tecnológica profesionalizadas y la percepción limitada del valor académico en la industria acentúan esta desconexión (Chandran *et al.*, 2014; Said & Abdullah, 2024).

Estas barreras se ven agravadas por la ausencia de políticas públicas articuladas, la escasez de incentivos económicos y la falta de una cultura de innovación compartida. En muchas economías de APEC, especialmente en LATAM, el gasto en investigación y desarrollo es considerablemente bajo en comparación con sus contrapartes asiáticas, lo que refleja una menor prioridad estructural hacia la ciencia y la tecnología (BM, 2024c).

A nivel local, esta desvinculación se traduce en clústeres tecnológicos débiles, duplicación de esfuerzos y subutilización de recursos. A nivel regional, amplifica las desigualdades socioeconómicas, limita la consolidación de cadenas de valor y promueve la migración del capital humano altamente calificado. Estas consecuencias generan un entorno poco propicio para la innovación y el crecimiento industrial sostenido, lo cual repercute directamente en la capacidad de las economías de APEC para insertarse competitivamente en los mercados globales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] 2016).

A partir de este diagnóstico, se considera que el problema central de la investigación consiste en que, en las economías de APEC, existe una desconexión estructural entre universidad, industria y gobierno, lo que impide consolidar una vinculación funcional bajo el modelo de Triple Hélice. Esta desvinculación obstaculiza la transferencia tecnológica, limita la formación de capital humano calificado y restringe el desarrollo industrial sostenible.

A pesar del reconocimiento del modelo, su implementación real es fragmentada o superficial, especialmente en economías en desarrollo. La presente investigación, a través de un enfoque econométrico, pretende identificar los factores estructurales que condicionan dicha desarticulación, evaluar sus efectos sobre el desarrollo industrial e identificar vías para fortalecer la articulación interinstitucional. Este análisis permitirá generar evidencia empírica para el diseño de estrategias de política pública orientadas a consolidar ecosistemas de innovación inclusivos, eficientes y resilientes en el marco de las economías de APEC.

I.2. Preguntas de investigación

Derivado de la problemática presentada en el apartado anterior, y con la finalidad de atender las hipótesis de la presente investigación, se planteó una pregunta general, de la cual se derivan las preguntas específicas que tienen que ver con la particularidad de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo temporal de 1993 hasta 2024, las cuales se enlistan a continuación.

I.2.1. Pregunta general

¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?

I.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?
- ¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?
- ¿Cómo han impactado las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?

I.3. Objetivos de la investigación

Para una coherente y adecuada praxis científica de la presente investigación, se debe atender a la hipótesis de la misma, por lo que es importante centrarse en dar respuesta a las preguntas

de investigación, es por ello que se plantean objetivos a perseguir a través de la investigación, mismos que están encaminados al análisis particular el impacto de la vinculación del gobierno, la academia y las empresas en el desarrollo industrial de las economías de APEC.

I.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.

I.3.2. Objetivos específicos

- Estimar la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.
- Evaluar la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.
- Deducir el impacto de las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.

I.4. Justificación

Las alianzas políticas, económicas y comerciales de la región de Asia Occidental han generado cambios económicamente positivos, lo que dio pie a la consolidación de acuerdos principalmente comerciales donde se incluyeron países de América, dando con esto el surgimiento del denominado APEC en 1989, no obstante, el desarrollo de las economías de los países participantes ha sido desigual.

Frente a un panorama de uso de modelos de Hélices para la generación de innovación y tecnología, y en aras de la cuarta revolución industrial donde los países latinoamericanos no precisamente figuran como potencias, sino que por el contrario, se han visto rezagados frente al desarrollo de diversas economías que participan en APEC, más en específico si se contrasta con el desarrollo exponencial que han tenido algunos países asiáticos, surge la necesidad de buscar el desarrollo de la economía solidaria en los países de dicho foro.

Es por lo anterior que se desarrolla la presente investigación, con la finalidad de generar aportaciones positivas y significativas para el desarrollo industrial de los países del Foro en cuestión. Para ello, se sustenta la misma en datos obtenidos de BM, en teorías existentes respecto a las Hélices y al desarrollo, aunado a un minucioso análisis de desarrollo

empírico inherente a los modelos de Hélice basados en diversos autores, lo que permite un confiable desarrollo de modelos econométricos en la investigación, mismos que se consideran originales, innovadores y de relevancia, puesto que no se ha encontrado algún análisis igual o similar al que se presenta.

1.4.1. Alcance de la investigación

La presente investigación es de corte exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, apegado los lineamientos epistemológicos propuestos por Torres y Navarro (2007), para lo cual, la investigación se desarrolla de la siguiente manera:

Primeramente, se considera que la investigación es de corte exploratorio porque se examina el tema de los modelos de Hélices y las economías de APEC con la finalidad de que el lector se empape y comprenda el tema y contexto sobre el cual se desarrolla la presente.

Posteriormente se considera de corte descriptivo porque se presenta información cuantitativa que ayude a conocer los comportamientos económicos de las economías de APEC.

Como tercer momento se considera que la investigación es de corte correlacional dado que se plantean variables independientes (universidades, empresas y el gobierno) y se plantea explicar su comportamiento en función de la variable dependiente, la cual es el desarrollo industrial.

Finalmente, se considera que la investigación es de carácter explicativo porque de manera estructurada se analiza de qué manera las variables independientes impactan en el desarrollo industrial de las economías de APEC, y cómo es que éstas se comportan bajo la aplicación de los modelos de Hélices.

1.4.2. Trascendencia de la investigación

El presente trabajo surge de la necesidad de analizar la importancia de la implementación de modelos de Hélices en las economías de APEC, puesto que a partir de su eficiencia se puede generar desarrollo industrial, por lo que su estudio y buena aplicación de dichos modelos en la región principalmente latinoamericana, puede potencializar la competitividad y, por ende, el desarrollo de dichas economías.

La Triple Hélice se ha considerado como una estrategia funcional para generar desarrollo industrial, gracias a la participación colaborativa del desarrollo principalmente tecnológico del área industrial, a través de la intervención de agentes como son el gobierno con la gestión, dirección, licitación y autorización de los proyectos, la academia con su aporte de capital intelectual y en ocasiones tecnológico a través de los laboratorios para el desarrollo de los proyectos, y finalmente la misma industria, empresa o sector privado, que son los principales agentes que generan desarrollo regional. Es primordial recalcar que la presente investigación se sustenta principalmente en el modelo de Triple Hélice, analizando la sinergia entre actores para la generación de investigación y desarrollo.

A través de la presente investigación se pretende dar respuesta a la hipótesis general planteada, la cual versa en que en las economías de APEC los modelos de Hélice han impactado de manera positiva en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024, así como a las hipótesis específicas.

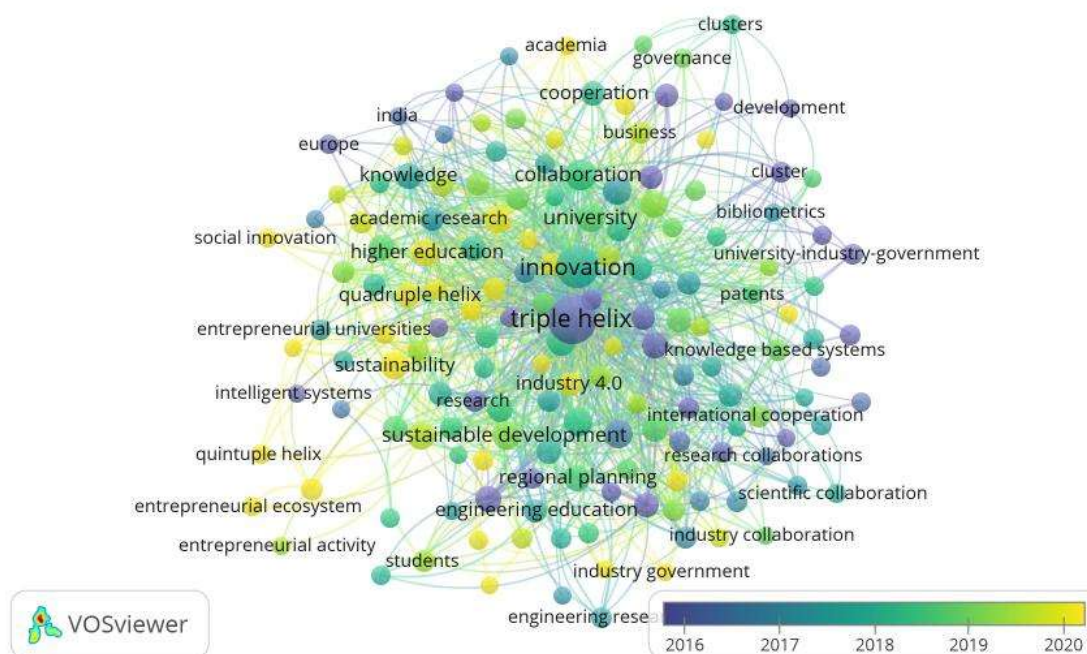
Uno de los aspectos que otorgan trascendencia a la presente investigación es la necesidad de profundizar en el impacto que la vinculación bajo el esquema de la Triple Hélice genera en el desarrollo industrial de las economías. Este planteamiento se respalda mediante el análisis bibliométrico (véase Gráfica 5), el cual evidencia una marcada concentración temática en torno a la innovación, el desarrollo industrial y la cooperación interinstitucional.

La red de co-ocurrencias muestra cómo los términos más frecuentes se articulan alrededor del concepto central, reflejando que la literatura internacional reconoce la relevancia de este modelo como estrategia para integrar conocimiento científico, capacidades productivas y acción gubernamental. Al mismo tiempo, la dispersión de nodos secundarios revela vacíos de investigación en contextos latinoamericanos, particularmente en México, lo que refuerza la originalidad y el aporte innovador de este trabajo al situarse en un espacio poco explorado en comparación con las economías asiáticas y europeas, donde la Triple Hélice ha sido objeto de estudios más sistemáticos.

La Gráfica 5 presenta la red de co-ocurrencia de palabras clave en investigación, para lo cual de un universo inicial de 3441 palabras clave, sólo 179 cumplen con el criterio de cinco o más co-ocurrencias, esto indica un campo de investigación aún en consolidación.

Gráfica 5.

Análisis bibliométrico de investigaciones entorno a la Triple Hélice



Fuente: Elaboración propia a través del programa VOSviewer (2025).

Dicha gráfica muestra cómo los términos más frecuentes se articulan alrededor del concepto central, reflejando que la literatura internacional reconoce la relevancia de este modelo como estrategia para integrar conocimiento científico, capacidades productivas y acción gubernamental. Al mismo tiempo, la dispersión de nodos secundarios revela vacíos de investigación en contextos latinoamericanos, particularmente en México, lo que refuerza la originalidad y el aporte innovador de este trabajo al situarse en un espacio poco explorado en comparación con las economías asiáticas y europeas, donde la Triple Hélice ha sido objeto de estudios más sistemáticos.

Este hallazgo demuestra que, aunque existe un interés creciente por el modelo de Triple Hélice, la producción científica todavía presenta áreas fragmentadas y dispersas. La identificación de clústeres temáticos asociados a conceptos como “innovación, desarrollo regional, competitividad y política pública” permite evidenciar que el modelo se ha posicionado como un referente analítico y práctico en el diseño de estrategias de desarrollo industrial.

Sin embargo, la relativa escasez de estudios aplicados a las economías de APEC, y particularmente al caso de México, resalta la pertinencia y necesidad de la presente investigación, al aportar un enfoque empírico robusto sustentado en herramientas econométricas de panel.

De este modo, la trascendencia del estudio radica en que no solo sistematiza un estado del arte internacional mediante técnicas bibliométricas, sino que además plantea un marco analítico innovador para explicar las dinámicas de vinculación en APEC desde una perspectiva comparativa y longitudinal (1993-2024).

Con lo anterior, se ofrece un aporte original al conocimiento científico y a la praxis de políticas públicas, proponiendo un modelo de análisis replicable y transferible a otras regiones. Esta doble dimensión, teórica y aplicada, otorga a la investigación un carácter pionero en México y LATAM, justifica su razón de ser y refuerza su potencial para incidir en la construcción de estrategias de desarrollo industrial basadas en el conocimiento y la innovación, así como políticas públicas con un enfoque sustentado en la praxis del modelo de Triple Hélice.

Por otra parte, otro de los relevantes potenciales de la investigación que vale la pena destacar es que, los resultados obtenidos de la misma tienen el potencial de servir como sustento para el desarrollo industrial de México, país de donde surge la presente investigación, puesto que de acuerdo con la presencia literaria se puede considerar que si existe el interés por los modelos de Hélices.

En ese mismo sentido, es pertinente mencionar que, de acuerdo con Corral (2012), en las regiones del norte de México se requiere fomentar la Triple Hélice con un enfoque hacia la innovación tecnológica para lograr un desarrollo regional y sustentable, así lo postula en lo planteado en una investigación que realizó en la región Nueva Vizcaya, donde afirma que la implementación de dicho modelo fomentará el desarrollo industrial, lo que trae consigo desarrollo empresarial, y a su vez esto conlleva a un crecimiento y probable desarrollo económico, social y empresarial desembocando en desarrollo regional.

Finalmente, el presente documento pretende servir como apoyo para la toma de decisiones en la implementación de proyectos operados bajo el esquema de los modelos de Hélices, en busca de generar desarrollo industrial. Por otra parte, tiene el potencial de servir como una sólida base realizar investigaciones futuras entorno al modelo de Triple Hélice, así

como también para el diseño de políticas públicas encaminadas a mejorar la vinculación entre los actores de dicho modelo, y con ello, contribuya a gestionar el desarrollo en las economías de APEC.

I.5. Horizonte temporal y espacial

Para el desarrollo de la presente investigación se empleará información correspondiente a las economías miembros de APEC durante el periodo 1993-2024. Este foro regional de cooperación económica está conformado por 21 países, entre los que se incluyen: Australia, Brunéi Darussalam, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, EE. UU., Filipinas, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Rusia, Singapur, Tailandia, Taiwán y Vietnam. Sin embargo, para efectos del análisis se considerarán únicamente 20 economías, excluyendo a Taiwán (también denominado Taipéi Chino) debido a la limitada disponibilidad de información estadística confiable sobre dicha economía.

I.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación versa en la obtención de información basada en teorías existentes, a su vez que se parte del análisis de los modelos de Hélices aplicados en las economías pertenecientes a APEC, cuya aplicación ha generado desarrollo industrial y, en ese sentido, que los resultados cualitativos aporten respaldo y solidez al marco teórico, aunado a una metodología cualitativa sólida basada en econometría.

En ese mismo sentido, es de interés destacar el trabajo con los entes pertinentes para la obtención y generación de información confiable, para que con su posterior procesamiento derive en aportes científicos significativos, relevantes y útiles, lo que es clave para la elaboración de propuestas que del presente estudio emanen, así como para futuras investigaciones.

I.7. Propósito

La presente investigación tiene como finalidad conocer las particularidades de la vinculación del gobierno, la academia y las empresas, como principales actores en los modelos de Hélices, así como su impacto en el desarrollo industrial en las economías de APEC. Así

mismo, es preciso dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, así como sustentar si las hipótesis que se plantean en la misma se consideran aceptables o se rechazan.

Se busca también, que el presente documento sirva como base y sustento para el fomento e implementación de los proyectos trabajados bajo modelos de Hélices para la generación de innovación y tecnología, que a su vez genere desarrollo industrial en los países que conforman la región APEC.

Con las sugerencias planteadas al final del documento se pretende que la experiencia obtenida de la presente sirva para el desarrollo y fomento de futuras investigaciones relacionadas con el tema, así como también, que sirvan como guía para los actores de los modelos Hélice en su enfoque y desarrollo de actividades de interacción conjunta.

Los resultados obtenidos de la presente llevan consigo la finalidad de coadyuvar al fomento de políticas públicas encaminadas al desarrollo industrial, especialmente de las economías pertenecientes a APEC, más en específico para los países latinoamericanos, para que, derivado de lo mismo, éste genere desarrollo industrial, desarrollo regional y a su vez bienestar en la población la cual es la razón de ser de la misma.

I.8. Hipótesis general

En las economías de APEC, la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el proceso de desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.

I.9. Hipótesis específicas

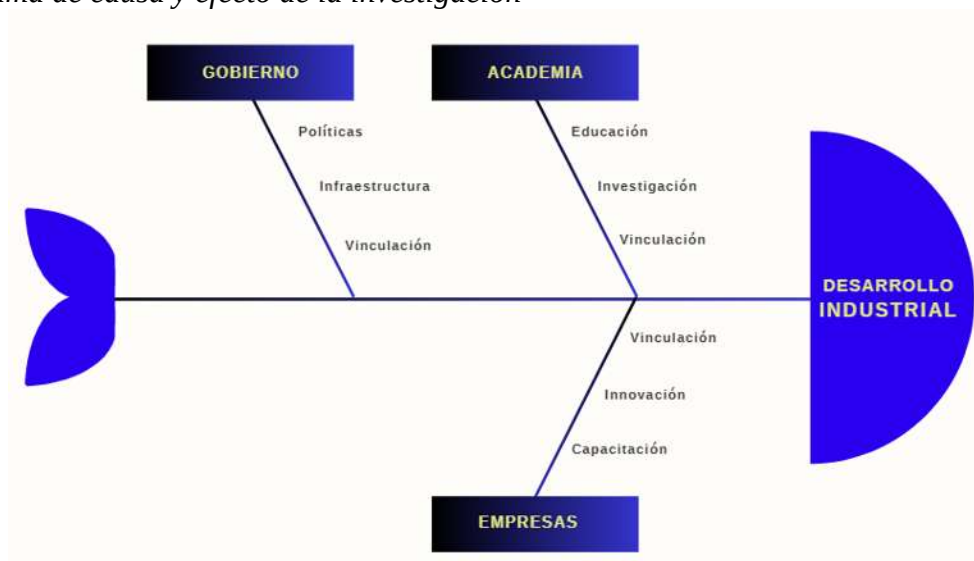
- En las economías de APEC el gobierno, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.
- En las economías de APEC la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.
- En las economías de APEC las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.

I.10. Identificación de variables

Para el análisis de la presente investigación se identificaron las variables presentadas en la Ilustración 1.

Ilustración 1.

Diagrama de causa y efecto de la investigación



Fuente: Elaboración propia con base en las variables de investigación (2023).

En el diagrama de causa y efecto de la Ilustración 1, se puede apreciar que la variable dependiente es el desarrollo industrial, mientras que las variables independientes son tres, compuestas por la academia donde sus elementos destacables son la vinculación, la educación y la investigación; otra variable independiente es el gobierno siendo sus elementos la vinculación, la infraestructura y las políticas; y finalmente se encuentra como variable independiente las empresas, compuesta por la vinculación, la innovación y la capacitación.

Es trascendental para la investigación observar que en las tres variables independientes un elemento coyuntural fundamental es la vinculación, misma que es indispensable para la implementación de los modelos de Hélices.

I.11. Justificación de las variables

La selección de las variables empleadas en la investigación responde a la necesidad de vincular de manera directa los fundamentos teóricos con los objetivos planteados, garantizando la coherencia metodológica y la pertinencia del análisis.

Cada variable se eligió en función de su capacidad para representar de manera objetiva los componentes centrales del modelo de la Triple Hélice (Gobierno, Academia y Empresas) y su relación con el desarrollo industrial. De este modo, se asegura que los indicadores utilizados no sólo reflejen dimensiones cuantificables y comparables entre economías, sino que también permitan contrastar las hipótesis formuladas y responder a las preguntas de investigación con evidencia empírica sólida.

I.11.1. Variable dependiente: Desarrollo industrial

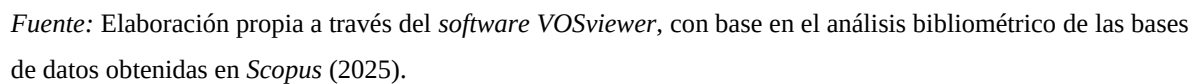
Con el objetivo de justificar la inclusión de la variable “desarrollo industrial” en el marco analítico de la presente investigación, se presenta un análisis bibliométrico que permite visualizar su relevancia temática dentro del campo del desarrollo regional.

La Gráfica 6 muestra la red de co-ocurrencias construida a partir de literatura especializada, en la cual se identifican los principales conceptos asociados a esta variable, así como su grado de vinculación con enfoques institucionales, territoriales y de innovación. Este ejercicio permite evidenciar no sólo la centralidad del desarrollo industrial en los estudios contemporáneos sobre crecimiento económico, sino también su articulación con dinámicas regionales, lo que refuerza su pertinencia como variable dependiente en el modelo propuesto.

Dicha gráfica presenta los resultados del análisis bibliométrico aplicado a un compilado de 755 documentos indexados en *Scopus* y *Web of Science*, seleccionados por su relevancia en torno al concepto de Triple. A partir de este conjunto, se identificaron 3441 palabras clave únicas, lo que evidencia la amplitud temática y la diversidad conceptual presente en la literatura especializada.

Para garantizar la claridad interpretativa y la pertinencia analítica, se aplicó un filtro que excluye términos con menos de 5 co-ocurrencias, lo que permitió reducir el universo a 179 palabras clave altamente representativas. Esta depuración facilita la visualización de los nodos más relevantes y la identificación de patrones de asociación entre conceptos centrales.

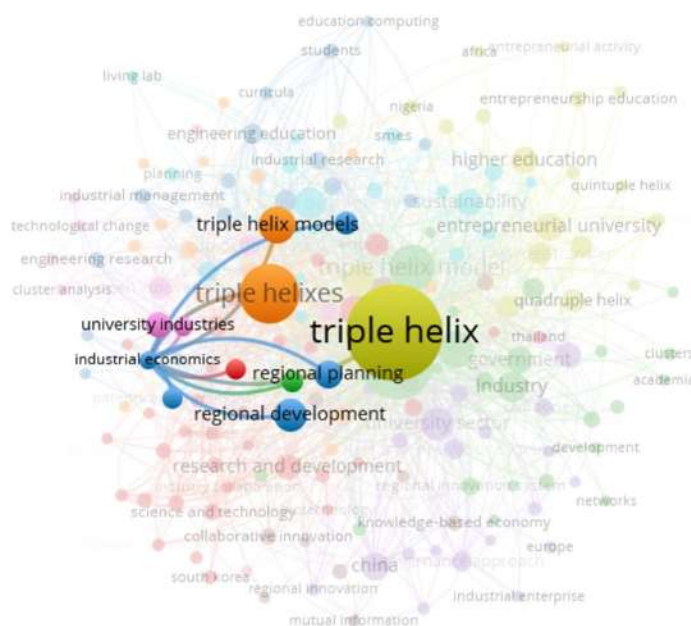
Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva del desarrollo regional



Como complemento al enfoque regional previamente abordado, la

Gráfica 7 presenta el análisis bibliométrico de la variable “desarrollo industrial” desde la perspectiva de la economía industrial. Este segundo enfoque permite identificar los núcleos conceptuales que sustentan el estudio del desarrollo industrial en contextos de competencia, transformación productiva y articulación institucional.

Gráfica 7.



Fuente: Elaboración propia a través del software VOSviewer, con base en el análisis bibliométrico de las bases de datos obtenidas en Scopus (2025).

La red de co-ocurrencias representada en esa última gráfica se deriva del procesamiento que el nodo central de la red es el concepto Triple Hélice, que articula los principales términos asociados al desarrollo industrial desde la economía industrial. Entre los nodos más destacados se encuentran “universidad, industrias, desarrollo regional y planeación regional”. Esta configuración evidencia una fuerte convergencia entre los estudios de economía industrial y los modelos de innovación institucional, especialmente aquellos que integran dinámicas académicas, empresariales y gubernamentales.

Con base en las dos gráficas anteriormente analizadas se manifiesta la presencia de términos como “economía industrial, desarrollo regional, investigación y desarrollo,

innovación, desarrollo económico, gobierno, universidad, industria, emprendimiento, cambio tecnológico, y planeación regional” refuerzan la idea de que el desarrollo industrial no se limita a la producción empresarial, sino que se vincula estrechamente con procesos formativos, capacidades técnicas y evolución tecnológica. Asimismo, la inclusión de *China* como nodo temático sugiere una concentración geográfica de estudios en economías asiáticas, lo que nuevamente pone de relieve la escasa representación de contextos latinoamericanos en esta línea de investigación.

En función de los hallazgos bibliométricos expuestos, el uso del “PIBpc” como indicador de la variable dependiente, se justifica por su capacidad para capturar de manera agregada el nivel de productividad y sofisticación económica alcanzado por una economía. Si bien el desarrollo industrial implica múltiples dimensiones tecnológicas, institucionales y territoriales, el PIBpc permite aproximarse a su resultado estructural, al reflejar el valor económico generado por habitante en un contexto determinado.

La presencia recurrente de términos como “desarrollo económico, industria, innovación, cambio tecnológico y economía industrial” en las redes de co-ocurrencias analizadas sugiere que el desarrollo industrial se estudia comúnmente en relación con indicadores macroeconómicos que expresan capacidad productiva y bienestar económico.

Aunado a lo anterior, tal como se muestra en el apartado empírico de la presente investigación, el PIBpc ha sido ampliamente utilizado en estudios comparativos internacionales como *proxy* del grado de industrialización y competitividad de las economías, lo que refuerza su pertinencia metodológica en el análisis de paneles diferenciados por nivel de desarrollo, como los propuestos en el presente estudio.

I.11.2. Variable independiente: Academia

La variable “academia” se incorpora como componente independiente del modelo propuesto, en virtud de su papel estratégico dentro del esquema de la Triple Hélice, donde la universidad representa el eje generador de conocimiento científico y tecnológico. Para justificar su inclusión, se realiza un análisis bibliométrico desde la perspectiva de la universidad, considerando su vinculación con procesos de innovación, formación de capital humano y colaboración interinstitucional.

vinculación con agendas globales y su participación activa en procesos de innovación colaborativa.

La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 8 refuerza la elección de la variable en cuestión, al mostrar que el nodo “universidad” se articula con conceptos como “Triple Hélice, desarrollo sostenible, colaboración y, sistemas regionales de innovación”, lo que evidencia una academia orientada no sólo a la generación de conocimiento, sino también a su aplicación territorial y tecnológica. Además, la presencia de nodos geográficos como “Europa”, “India” y “Brasil” sugiere una concentración temática que excluye parcialmente a LATAM, lo que subraya la necesidad de visibilizar la producción académica local como parte del análisis empírico en economías en desarrollo.

1.11.3. Variable independiente: Empresas

La variable “empresas” se incorpora como componente independiente del modelo de análisis, en virtud de su papel activo en la generación de innovación, la transformación productiva y la dinamización del desarrollo industrial.

En el marco de la Triple Hélice, el sector empresarial representa el agente que convierte el conocimiento en aplicaciones concretas, escalables y competitivas. Para justificar su inclusión, se presenta un análisis bibliométrico desde la perspectiva de la industria, con el objetivo de identificar los principales conceptos asociados a la actividad empresarial en el contexto de la innovación y el desarrollo económico. En ese sentido, la gráfica que a continuación se presenta permite visualizar las relaciones temáticas que configuran el rol de las empresas en los sistemas de innovación, así como su interacción con los demás actores institucionales.

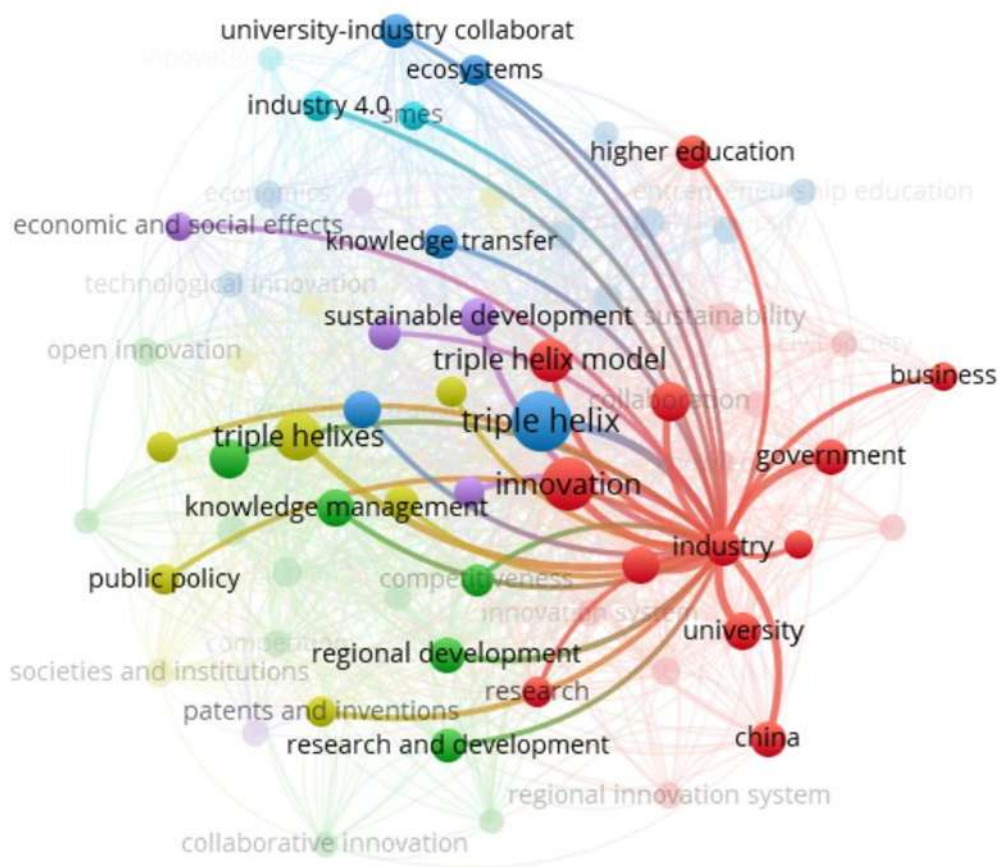
La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 9 se construyó bajo los mismos parámetros que las gráficas anteriores del análisis bibliométrico en cuestión, en donde el nodo central de la red es el término “industria”, la cual se muestra ampliamente ligada con conceptos como “innovación, Triple Hélice, conocimiento, políticas públicas, desarrollo regional, innovación y desarrollo, transferencia de conocimiento”, los cuales evidencian el papel estratégico de las empresas en la configuración de ecosistemas de innovación.

La presencia de términos como “industria 4.0, ecosistemas, efectos sociales y económicos, sustentabilidad, tecnología e innovación, innovación abierta, competitividad, sistemas de innovación, patentes e invenciones, innovación colaborativa y, sociedades e

instituciones”, refuerzan la idea de que la actividad empresarial no opera de manera aislada, sino que se vincula estrechamente con procesos académicos y decisiones gubernamentales.

Gráfica 9.

Análisis bibliométrico de la variable empresas desde la perspectiva de la industria



Fuente: Elaboración propia a través del *software VOSviewer*, con base en el análisis bibliométrico de las bases de datos obtenidas en *Scopus* (2025).

Es imprescindible destacar la aparición de las “patentes e invenciones” como un elemento relacionado con este nodo, mismo que, de acuerdo con la gráfica, no se encuentra ampliamente relacionado en los estudios inherentes a la industria, lo cual sugiere que es un potencial de análisis de la presente investigación, además, evidencia la capacidad de las empresas para generar valor a través de la interacción con instituciones científicas y su

entorno regulatorio. Lo anterior refuerza la elección de las “solicitudes de patente” como indicador para esta variable.

Finalmente, la red muestra una concentración temática en regiones como Europa, lo que pone de relieve la necesidad de ampliar el enfoque hacia economías emergentes, como las latinoamericanas, donde el papel de las empresas en la innovación aún no ha sido suficientemente documentado. Este vacío refuerza la pertinencia de incluir la variable “empresas” en el modelo, especialmente en contextos donde la articulación institucional es incipiente pero estratégica para el desarrollo industrial.

1.11.4. Variable independiente: Gobierno

La variable “gobierno” se incorpora como componente independiente del modelo analítico, en virtud de su papel estructural en la configuración de políticas públicas, asignación de recursos y diseño de marcos institucionales que inciden directamente en el desarrollo industrial.

En el modelo estatista de la Triple Hélice (que se ha consolidado como el referente predominantemente implementado a nivel global), el gobierno representa el actor regulador y facilitador de la interacción entre academia y empresas, así como el responsable de generar condiciones favorables para la innovación. Para justificar su inclusión como variable, en la siguiente gráfica se presenta el análisis bibliométrico centrado en el concepto “gobierno”, con el objetivo de identificar sus vínculos temáticos dentro de los sistemas de innovación y desarrollo.

La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 10 se deriva del procesamiento bibliométrico con los parámetros ya mencionados, donde, a diferencia de los enfoques centrados en academia o industria, esta red destaca el papel del Estado como facilitador institucional y articulador estratégico.

El nodo “gobierno” aparece estrechamente vinculado con “innovación, Triple Hélice, colaboración, sustentabilidad, desarrollo, sostenibilidad, educación superior, negocios y, academia” lo que evidencia su rol en la configuración de marcos normativos, esquemas de coordinación intersectorial y agendas de sostenibilidad.

La presencia de términos como “educación superior, universidad, sistemas basados en conocimiento, universidad emprendedora, conocimiento y, ciencia y tecnología”, refuerza la idea de que la acción gubernamental no se limita a la regulación, sino que incide

empírica como por su respaldo teórico en el estado del arte. Diversos estudios han señalado que la inversión estatal en educación constituye una de las formas más directas y estructurales de intervención gubernamental en los sistemas de innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall, 2007). Este tipo de gasto no sólo refleja el compromiso del Estado con la formación de capital humano, sino que también habilita la infraestructura académica necesaria para la generación de conocimiento y su posterior transferencia al sector productivo.

El análisis bibliométrico refuerza esta elección al mostrar una fuerte asociación entre “gobierno, educación superior, universidad-gobierno y, ciencia y tecnología”, lo que confirma que el gasto público en educación es un *proxy* válido para capturar la dimensión gubernamental en el modelo de la Triple Hélice. En contextos como el latinoamericano, donde la articulación institucional aún enfrenta desafíos estructurales, este indicador permite evaluar de manera objetiva el grado de compromiso estatal con el desarrollo industrial a través de la educación como política pública estratégica.

I.12. Herramientas e instrumentos

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó un conjunto de herramientas e instrumentos que aseguran la solidez metodológica y la pertinencia de los resultados. En primer lugar, se recurrió a fuentes estadísticas y documentales de carácter internacional, entre las que destacan el BM, la *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, por sus siglas en inglés), *Scopus*, *Web of Science* y Google Académico, las cuales proporcionaron información confiable y actualizada para el desarrollo del extenso de la investigación. Estas bases de datos permitieron construir un corpus robusto tanto para el análisis econométrico como para el estudio bibliométrico.

En cuanto al análisis bibliométrico, se utilizó el *software* especializado *VOSviewer*, que facilitó la construcción de redes de co-ocurrencias y la identificación de patrones temáticos en la literatura académica.

Para el análisis econométrico, se empleó el programa *StataMP 17.0*, el cual posibilitó la estimación de modelos de datos de panel, el procesamiento de datos y la aplicación del estimador de medias grupales del modelo, el cual, resulta particularmente adecuado para paneles heterogéneos, ya que permite obtener estimaciones consistentes al considerar la

diversidad estructural entre las economías analizadas. Lo anterior permite contrastar las hipótesis planteadas y evaluar la relación entre las variables.

La combinación de fuentes documentales internacionales, bibliometría y econometría aplicada asegura un enfoque integral que vincula teoría y evidencia empírica. Mientras que las bases de datos y el análisis bibliométrico aportan la dimensión conceptual y temática, el uso de las pruebas y del estimador “xtmg” en StataMP 17.0 permite validar cuantitativamente las relaciones propuestas en el modelo. De esta manera, los instrumentos empleados garantizan la coherencia entre el marco teórico, el estado del arte y los resultados empíricos, fortaleciendo la originalidad y el rigor científico de la investigación.

I.13. Resumen crítico y conclusiones sobre la conformación de los fundamentos de la investigación

El Capítulo I establece de manera estructurada los cimientos conceptuales, metodológicos y problemáticos de la presente investigación sobre los modelos de Hélice en el contexto de las economías APEC. Este apartado cumple un papel esencial al delinear no sólo la problemática que origina el estudio, sino también al construir el marco lógico que justifica su pertinencia, viabilidad y alcance dentro del campo del desarrollo local y regional.

El núcleo temático del capítulo se centra en la deficiente vinculación entre los actores de la Triple Hélice, planteada como una barrera estructural que limita el desarrollo industrial. Esta problemática se aborda mediante un análisis que identifica cinco dimensiones críticas: desarticulación institucional, limitada participación en innovación, políticas públicas insuficientes, rezago tecnológico y desigualdades económicas. La argumentación se sustenta en literatura científica relevante presentada principalmente por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y, por Rivera, Ocampo y Arredondo (2010), lo que permite evidenciar la complejidad del fenómeno y justificar la necesidad de un abordaje multidimensional.

Una de las principales fortalezas del capítulo es su capacidad para vincular teoría y evidencia empírica, mostrando cómo la falta de sinergia entre los actores de la Hélice obstaculiza la transferencia de conocimiento, la innovación tecnológica y la consolidación de políticas integradas. La inclusión de datos comparativos sobre gasto en I+D, formación de investigadores y gasto público en educación refuerza el diagnóstico, al evidenciar una brecha significativa entre las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo de

APEC. Estas diferencias reflejan no sólo desigualdades estructurales, sino también un rezago sistemático en la articulación de capacidades para el desarrollo (BM, 2024b).

Asimismo, el capítulo formula la pregunta de investigación, los objetivos generales y específicos, y las hipótesis a contrastar, construyendo un marco lógico sólido. La hipótesis central sostiene que los modelos de Hélice han impactado positivamente en el desarrollo industrial de las economías APEC entre 1993 y 2024, fundamentándose en la teoría del desarrollo institucional y sometiéndose a contrastación empírica mediante técnicas econométricas avanzadas.

Desde el punto de vista metodológico, se destaca la adopción de un enfoque mixto, con énfasis en el análisis de datos de panel, lo que fortalece el rigor técnico del estudio. La propuesta de variables, el diagrama de causa-efecto y el uso de herramientas como StataMP 17.0 y *Statistical Package for the Social Sciences* en su versión 25 (*SPSS-25, por sus siglas en inglés*), junto con el análisis bibliométrico realizado mediante *VOSviewer*, consolidan una planificación científica seria, viable y coherente con los objetivos planteados.

Finalmente, el capítulo aporta una justificación clara y contundente de la trascendencia de la investigación, particularmente en el contexto de APEC. La necesidad de transformar la estructura institucional para articular una economía del conocimiento, basada en innovación, vinculación estratégica y sostenibilidad, se plantea no sólo como un reto técnico, sino como una tarea urgente para reducir las asimetrías históricas que persisten en el desarrollo regional. En este sentido, el capítulo no sólo define los fundamentos conceptuales y metodológicos, sino que también establece la relevancia práctica y política del estudio, reforzando su originalidad y pertinencia en el debate internacional sobre vinculación, innovación y desarrollo industrial.

El desarrollo de las economías de APEC

Introducción al capítulo

En este capítulo se desarrolla el marco referencial de la investigación a través de un análisis del desarrollo industrial en el mundo, seguido del análisis de los modelos de Hélice en el mundo, posteriormente, se presenta un contexto del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) y un contexto económico de las economías que participan en el mismo, siendo estos Australia, Brunéi Darussalam, Canadá, Corea, Chile, China, Estados Unidos (EE. UU.), Filipinas, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Rusia, Singapur, Taiwán, Tailandia y Vietnam.

En el cuarto subapartado se presenta información de la implementación de los modelos de Hélice en las economías pertenecientes a APEC y, finalmente se presenta un breve contexto de la participación de México en el foro.

El desarrollo industrial es un enfoque fundamental para analizar el progreso económico de las economías miembros de APEC. Este enfoque se basa en la premisa de que la industrialización impulsa el crecimiento económico, mejora la productividad y fomenta la innovación.

En este mismo sentido, la industrialización se presenta como un factor crucial para el desarrollo económico, especialmente en países en desarrollo y economías emergentes. Este proceso impulsa el crecimiento sostenible, fomenta la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales, además de mejorar los niveles de vida y la productividad. La transformación estructural que ocurre al transitar de economías basadas en la agricultura hacia sectores industriales juega un papel esencial en la diversificación y el fortalecimiento económico. Asimismo, la planificación adecuada de estrategias industriales puede ser determinante para generar mejoras significativas en la productividad, sentando bases sólidas para un desarrollo inclusivo y equitativo. En su conjunto, la industrialización actúa como un motor que permite construir economías resilientes, dinámicas y mejor preparadas para

enfrentar los retos del futuro (Chenery, 1955; Engen *et al.*, 1994; Hill, 1976; Kniivilä, 2004; Tambor, 2014).

II.1. El desarrollo industrial en el mundo

La industria existe desde tiempos remotos debido a la necesidad del ser humano por transformar los recursos naturales, pero es hasta finales del siglo XVIII que se comienza con un verdadero desarrollo, proceso al cuál se le denominó la primera revolución industrial o también se le conoció como la evolución industrial, la cual surgió en 1760 en la Gran Bretaña, y se expandió a Europa Occidental y a EE. UU. para su consumación en 1840, periodo durante el cual la economía, las estructuras sociales y los conceptos de tecnología se reestructuraron significativamente, puesto que las economías de dichos países se basaban en la agricultura y el comercio, y éstas cambiaron a una base tecnológica, industrializada, mecanizada y con un nuevo enfoque hacia la urbanización.

Los principales impactos que tuvo la primera revolución industrial fue el cambio de los medios de producción, puesto que tradicionalmente la agricultura se realizaba con la mano de obra campesina y el uso de animales para la tracción de siembra y transporte, y con la aparición de la máquina de vapor potencializó enormemente la producción, el transporte de personal, de productos, de animales y de mercancías, y esto a su vez potencializó el crecimiento del PIB de las naciones, puesto que por siglos se había mantenido estancado.

Por otra parte, los crecimientos económicos derivados del desarrollo industrial que trajo consigo la primera revolución industrial, también dieron lugar al aumento del clasismo, es decir, la diferencia entre clases sociales se hizo aún más marcada, pues la marginación económica y social se multiplicó exponencialmente por la concentración económica, lo que rápidamente generó la aparición de problemas sociales y laborales, en exigencia de una mejora en las condiciones laborales y de calidad de vida se comenzaron a suscitar las primeras protestas y manifestaciones sociales, siendo éste factor el principal causante de la posterior aparición de: el socialismo, el comunismo, el anarquismo y el sindicalismo (Usac, 2015).

La segunda revolución industrial se suscitó entre 1850 y duró hasta inicios de la Primera Guerra Mundial (PGM) en 1914. Surgió en el Reino Unido generando desarrollo industrial y tecnológico en Francia, Bélgica, Alemania, EE. UU. y Japón, no obstante, rápidamente se expandió a España, Italia y Rusia, y finalmente por el resto de países

occidentales. Se caracterizó por la producción en masa, las cadenas de montaje y la electrificación industrial (Hobsbawm, 1968).

La implementación de nuevas maquinarias dio paso al uso de nuevos minerales a los que antes no se tenía acceso, puesto que comenzó la extracción minera de zinc, acero, aluminio, cobre, níquel, entre otros, además, se potencializó la tendencia de uso de colorantes artificiales, fertilizantes, sosa e incluso de materiales explosivos. Además, con el uso de las máquinas, la aparición de las turbinas, el surgimiento de la industria del gas, la industria petrolera, y las nuevas formas de obtención de electricidad, aunado a la potencialización del uso del ferrocarril, se dio un desarrollo industrial descomunal que ayudó al desarrollo económico mundial (Hobsbawm, 1968).

Se considera que la aportación más importante de la segunda revolución industrial para con la economía mundial fue el desarrollo de la industria ferrocarrilera, puesto que fue el medio de transporte más importante que se utilizó, ya que en él se transportaban mercancías, personas e incluso animales, lo que facilitó la conexión comercial entre países. Hasta 1840 existían tan sólo 4,000 kilómetros (km) de vías para la circulación del ferrocarril, y ya para 1870 en Europa se superaron los 100,000 km y en EE. UU. los 70,000 km (Hobsbawm, 1968).

Además, la segunda revolución industrial reordenó la importancia de las economías a nivel global, pues ésta permitió que EE. UU., seguido de Alemania y de Japón se colocaran como potencia, por encima de Francia y en general, del Reino Unido. Aunado a lo anterior, se consolidó el nuevo modo de capitalismo, además de que se generó una fuerte tendencia hacia la hegemonía de los monopolios. También, debido al crecimiento industrial y la ampliación de mercados, las potencias industriales se comenzaron a inmiscuir en conflictos de disputas territoriales, lo que dio pie al surgimiento de la PGM (FitzGerald, 1998; Hobsbawm, 1968).

Durante la PGM la importancia económica de Europa, donde la potencia era Alemania, tuvo una fuerte caída debido al declive de su producción industrial en un 33% entre 1913 y 1920 (Aparicio, 2013).

Lo que dio paso a la consolidación de EE. UU. como potencia y fue el inicio de su hegemonía alimentaria con la cual repuntó su control mundial, puesto que los capitales mundiales se destinaron principalmente a la producción bélica, mientras que EE. UU.

conservó su sobreproducción agraria, dando paso a la exportación de cereales como trigo y harina de trigo, atendiendo con ello el desabasto alimentario que en esas fechas reinaba, esto causó que 72% de los países dependieran de los alimentos de dicho país. Su hegemonía sobre los países de Europa y Asia comenzó en declive hasta 1980, cuando los países comenzaron a diversificar su producción agroalimentaria, no obstante, aún continuaba dominando alimentariamente a países latinoamericanos y africanos principalmente. Fue hasta 2003 que comienza el declive de la hegemonía alimentaria estadounidense, gracias a la diversificación y exportación de productos alimentarios por parte de China, India y Rusia (Rubio, 2014).

La hegemonía y potencialización de la economía de EE. UU., les permitió destinar una gran cantidad de recursos al sector industrial, lo que permitió potencializar su desarrollo industrial, puesto que con el surgimiento de los vehículos motorizados y la exportación de estos se colocó como el principal proveedor vehicular a nivel global, además, con el surgimiento del fordismo en 1908 se cambian los paradigmas de producción industrial de dicha nación, es decir, la producción en cadena masificó las exportaciones del país y con ello creció aún más su potencial económico, recursos que más adelante le permitirían la creación de los *commodities* como medio de financiamiento agrario e industrial para otras economías, mismos que sirvieron para crear compromisos gracias a la deuda externa generada en los países principalmente latinoamericanos y del Reino Unido (Rubio, 2014).

La tercera revolución industrial se dio a mediados del siglo XX, la cual fue liderada por EE. UU., Japón y por la Unión Europea (UE), para esta no se conoce una fecha determinada de culminación, y tiene bases en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICS), así mismo, se considera que las participaciones más importantes fueron aquellas que tenían el enfoque hacia aquellas innovaciones enfocadas al uso o generación de energías renovables. Uno de los cambios más importantes de esta tercera revolución fue la creciente tendencia hacia la automatización de los procesos industriales, puesto que el enfoque de uso del internet, los medios de comunicación, y el aprovechamiento de las energías renovables dieron el enfoque hacia la maquinaria autosustentable, algo que también tuvo repercusiones en los niveles de desempleo. Así mismo, algunos de los materiales más utilizados en estos periodos fueron la fibra de vidrio, la nanotecnología, la fibra óptica, y más aún el internet (Castells, 2010).

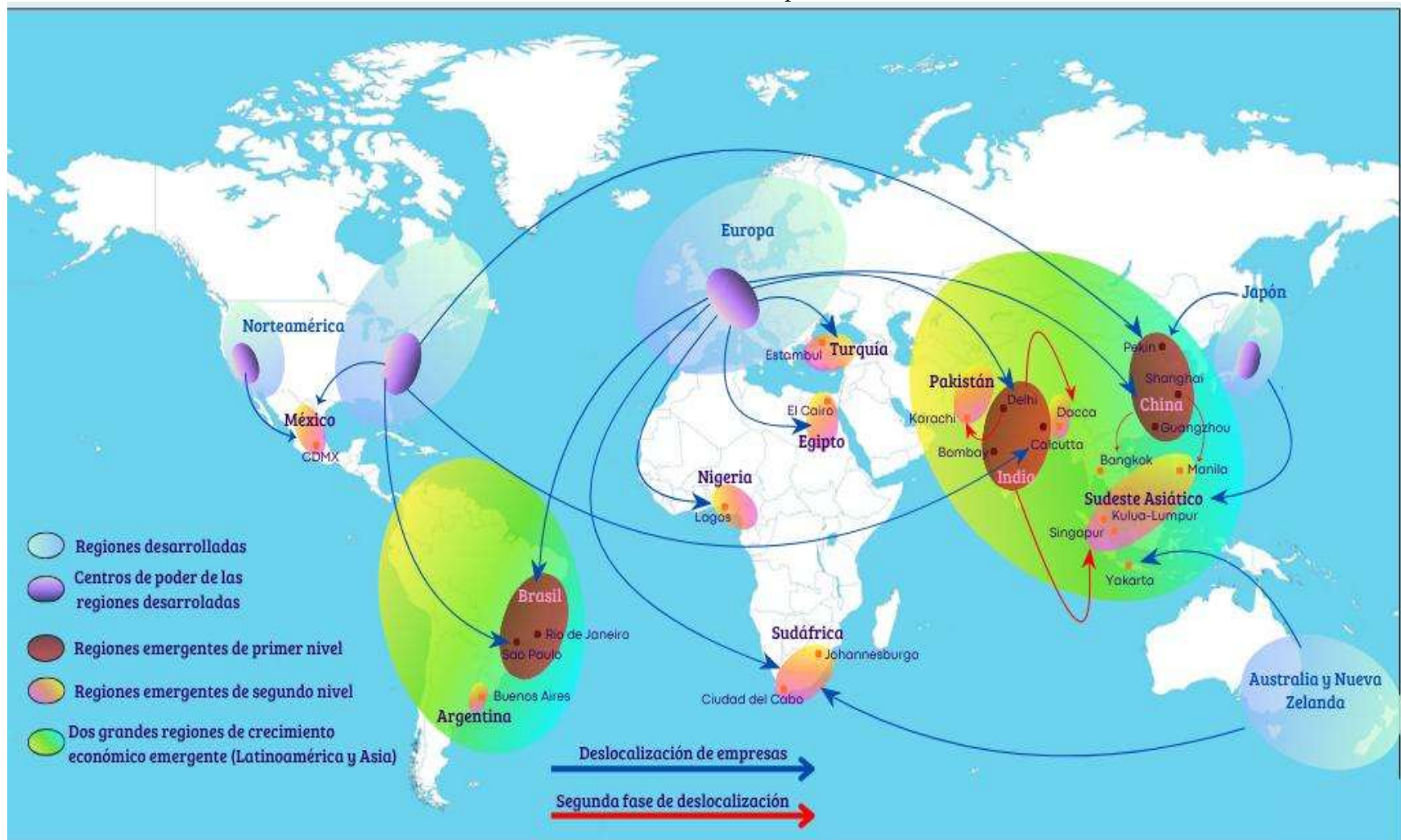
La cuarta revolución industrial surge en 2011 y se vincula directamente con la generación de desarrollo tecnológico e industrial a través de la organización de procesos y de los medios de producción en aras de cambios hacia las industrias inteligentes, es decir, la implementación de sistemas robóticos, ciber-físicos, el internet de las cosas, la conexión entre dispositivos, el “hágalo usted mismo” (también conocido en inglés como *cultura maker*), la industria 4.0 (también llamada ciber fábrica, industria inteligente o *Smart-industries* por su término en inglés) y la coordinación cooperativa de las unidades de producción de la economía. Una de las principales consecuencias que se prevén que incrementarán conforme avance esta revolución que actualmente se considera en proceso, es la alza en las tasas de desempleo, debido a la sustitución de mano de obra por maquinaria, así como la tendencia en aumento de contratación de mano de obra calificada, innovadora, creativa, ordenada y constante frente a la actual obsolescencia tecnológica acelerada (Aghion & Akcigit, 2015).

También la economía se verá afectada en torno a éste nuevo desarrollo industrial, puesto que se están generando cambios entorno a la alta digitalización, los cuales se derivan de la alta volatilidad geopolítica, la expansión del internet y el *cloud computing*, los macro datos (conocidos también por su término en inglés como *big data*), los avances en la computación, la economía colaborativa, la transición hacia las economías sustentables, y la flexibilidad del mercado laboral. Así mismo, se considera que podrían aparecer nuevas formas de energía para su aprovechamiento en la proliferación robótica y la automoción autónoma, así como para la mejora de ciberseguridad y los ciberataques (Aghion & Akcigit, 2015).

El Mapa 1 muestra los cambios geopolíticos derivados de la cuarta revolución industrial y los efectos de las anteriores, evidenciando una redistribución global de la industria marcada por la creciente deslocalización de empresas. Esta se origina en las economías desarrolladas y sus centros de poder, trasladando producción hacia regiones emergentes de primer y segundo nivel. A su vez, las primeras también actúan como emisoras en una segunda fase, concentrando empresas en las segundas debido a los bajos costos de manufactura, resultado de políticas públicas nacionales. De esta manera, se consolidan dos grandes regiones emergentes de desarrollo económico: América Latina (LATAM) y Asia.

Mapa 1.

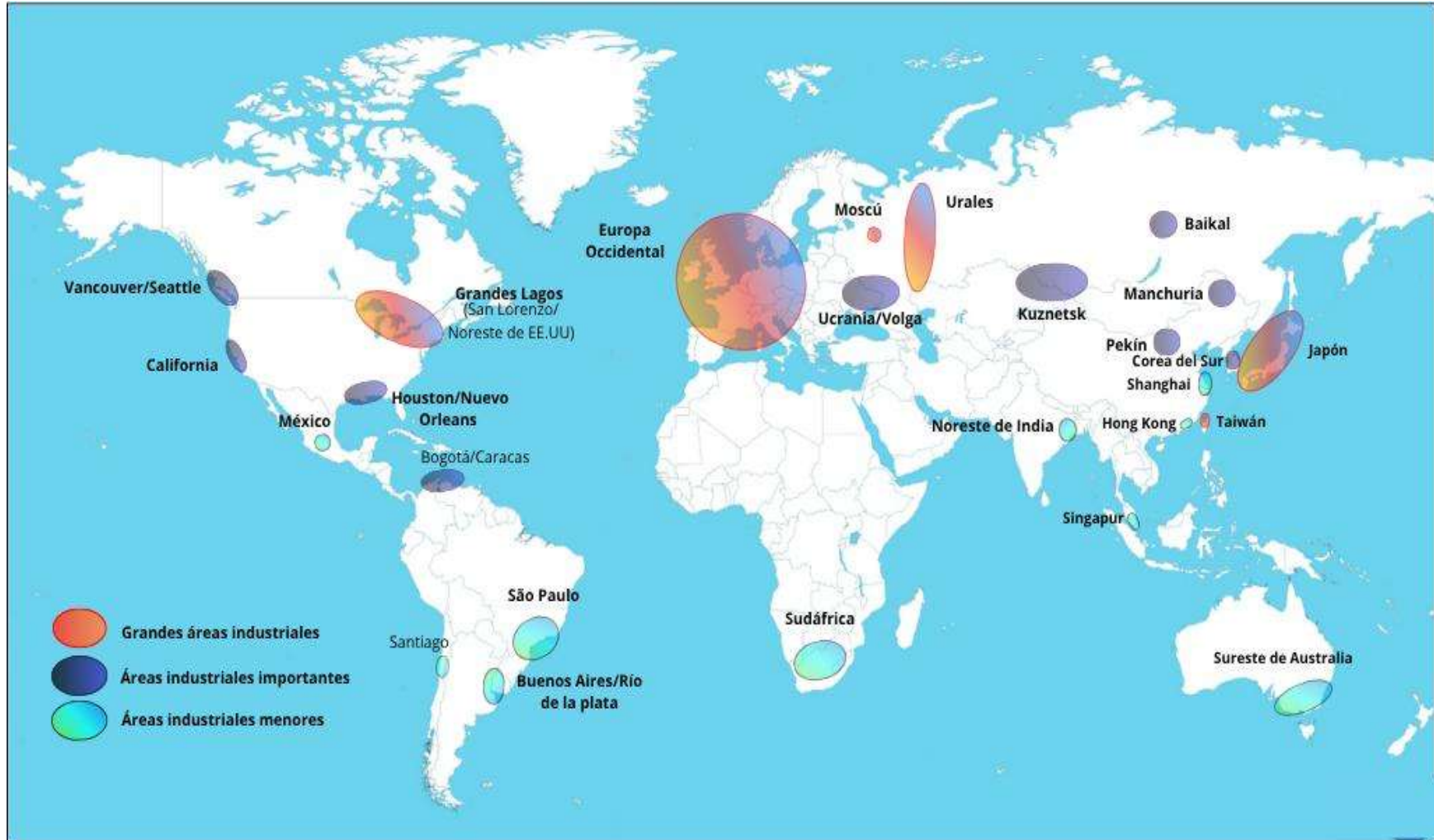
Cambios de las zonas industriales derivado de la deslocalización de las empresas



Fuente: Elaboración propia con base en Pérez (2013) .

Mapa 2.

Distribución de las áreas industriales en el mundo



Fuente: Elaboración propia con base en Webscolar (2013).

Por otro lado, el Mapa 2, expone por niveles categorizados que existen a nivel global zonas que destacan por su enfoque hacia el desarrollo industrial que, en su mayoría, pretenden consolidar un entorno a la globalización, es decir, buscan ser competentes a través de la generación de tecnología con características innovadoras e incluso en algunos casos sustentables, más aún con el enfoque de la agenda internacional para 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en donde se establecen los objetivos principalmente enfocados hacia el desarrollo sostenible (véase Ilustración 2), que para fines de la presente investigación, se realizará un enfoque principalmente hacia el objetivo 9 “Industria, innovación e infraestructura”.

Ilustración 2.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015).

El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 9 busca impulsar la innovación en sectores clave como la tecnología, la ciencia y la investigación, reconociendo su papel crucial en la resolución de desafíos globales y la creación de soluciones sostenibles para el desarrollo económico y social. Asimismo, promueve la construcción de infraestructuras modernas, sostenibles y resilientes en áreas como el transporte, la energía y el agua. Además, el objetivo apoya el papel fundamental de las pequeñas y medianas empresas en la generación de

empleo, el crecimiento económico y la innovación, promoviendo políticas que faciliten su desarrollo y acceso a financiamiento (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018).

Dicho objetivo, enfatiza la importancia de la colaboración internacional y la asociación público-privada en la implementación de proyectos de infraestructura y desarrollo industrial, movilizandorecursos financieros y tecnológicos y promoviendo el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre países y organizaciones. Es por lo anterior que se puede considerar que el ODS 9 busca promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible mediante la promoción de la innovación, el desarrollo de infraestructuras resilientes y el apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), todo ello facilitado por la cooperación internacional y la asociación entre diferentes actores (ONU, 2018).

En ese sentido, la presente investigación se sustenta principalmente en el ODS 9 "Industria, innovación e infraestructura", el cual busca promover un crecimiento económico sostenible e inclusivo, que fomente la innovación y construcción de infraestructuras resilientes. Lo anterior, a través de la promoción de industrias inclusivas y sostenibles, especialmente en los países en desarrollo. Esto implica aumentar el acceso a tecnologías limpias y eficientes, así como promover prácticas de producción y consumo responsables.

Así mismo, es clave la consideración del ODS 17 "Alianzas para lograr los objetivos", toda vez que los modelos de Hélice se vinculan con este porque ambos permiten fortalecer los medios de implementación y el fomento del desarrollo sostenible, además, este modelo promueve la colaboración entre academia, industria y gobierno, lo que resulta en un entorno más innovador y competitivo. Al integrar estos tres actores, se pueden desarrollar políticas públicas más efectivas y soluciones innovadoras a problemas sociales y económicos. Además, fortalece la capacidad de respuesta ante desafíos globales, como el cambio climático y la desigualdad, al promover la investigación y el desarrollo tecnológico (Macías *et al.*, 2015; Ponce & Guemes, 2008a; Zamora & Cruz, 2020).

II.2. Innovación y desarrollo en el mundo

Desde los inicios de las civilizaciones, la innovación ha desempeñado un papel crucial en el avance y la supervivencia humana. Las primeras comunidades agrícolas idearon herramientas y métodos que optimizaron la producción de alimentos, facilitando así el crecimiento poblacional y la creación de ciudades. Entre las innovaciones más destacadas de

este período se encuentran la rueda, la escritura y la metalurgia, avances que marcaron hitos en el desarrollo cultural y tecnológico de la humanidad.

La Revolución Industrial del siglo XVIII representó un punto de inflexión en la evolución de la innovación. Con la transformación de las economías agrarias hacia sistemas industriales, surgieron avances tecnológicos como la máquina de vapor y el telar mecánico, que revolucionaron los métodos de producción. Estos desarrollos no solo incrementaron significativamente la capacidad productiva, sino que también provocaron profundos cambios en las estructuras sociales y económicas, demostrando el poder de la innovación tecnológica para fomentar el crecimiento económico y transformar la sociedad en su conjunto (Usac, 2015).

Durante el siglo XX, la innovación experimentó un avance extraordinario que transformó diversos aspectos de la vida diaria y el desarrollo económico. La llegada de tecnologías como la electricidad, el automóvil y la aviación redefinió el transporte y las rutinas de las personas, marcando un hito en la modernización global. Más tarde, la invención del transistor y los progresos en informática establecieron los fundamentos para la era digital, revolucionando la forma en que interactuamos y trabajamos. En relación con este proceso de transformación Rojo, Padilla y Riojas (2019), señalan que dichos avances tecnológicos consolidaron la innovación como un elemento estratégico tanto para empresas como para países. Su impacto fue notable en áreas como la productividad, la competitividad y el bienestar social, demostrando su papel esencial en el desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida.

La innovación es ampliamente considerada como un pilar fundamental para impulsar el desarrollo económico y social en todo el mundo. Al implementar y aplicar nuevas ideas, procesos y productos, las comunidades logran avanzar en términos de competitividad, productividad y calidad de vida. La innovación no solo desempeña un papel crucial en el aumento de la productividad empresarial, sino que también contribuye significativamente a alcanzar metas de desarrollo sostenible, como abordar el cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria. Además, las disparidades en el nivel de desarrollo entre regiones pueden actuar como barreras para el intercambio de conocimiento a nivel internacional, enfatizando la necesidad de fortalecer la capacidad de los países en desarrollo para absorber conocimiento mediante inversiones estratégicas en educación, infraestructura y la

consolidación de instituciones (Guimón & Salazar, 2020; Macías *et al.*, 2015; Valdés & Martín, 2003).

Bajo el mismo contexto de la innovación, Proaño (2024), realizó un análisis exhaustivo en el que explora el vínculo entre la innovación y el crecimiento económico en naciones en vías de desarrollo, destacando que ciertos factores son fundamentales para impulsar ambos aspectos, entre ellos, se encuentran la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el refuerzo de habilidades tecnológicas y la promoción de la cooperación entre diferentes sectores (es decir a los modelos de vinculación de Hélices). De acuerdo con el estudio, estos elementos desempeñan un papel crucial en el fomento de la innovación y, como consecuencia, en el logro de un crecimiento económico sostenible y equitativo.

Por otra parte, en un estudio llevado a cabo por Jiménez y Sanz (2012), se concluyó que optar por una estrategia de innovación resulta más beneficioso para el éxito de nuevos productos, especialmente en contextos caracterizados por alta dinámica y turbulencia. En comparación, las estrategias basadas en la imitación tienden a mostrar menores resultados en estos escenarios. Complementando lo anterior, desde la perspectiva de la innovación y la tecnología, Valdés y Martín (2003), afirman que el avance tecnológico y la capacidad de innovación están condicionados por políticas estatales que propicien entornos favorables.

Entre estas políticas destacan los incentivos fiscales, como desgravaciones y subvenciones, y la implementación de infraestructura que facilite la interacción entre los sectores público y privado. Además, mencionan que fomentar la inversión en I+D se considera esencial para fortalecer tanto el desarrollo tecnológico como la colaboración intersectorial.

La innovación en las economías en desarrollo presenta retos particulares que requieren soluciones específicas, por lo que resulta esencial robustecer las capacidades tecnológicas propias de estas regiones y promover una colaboración efectiva entre los distintos sectores, con el propósito de alcanzar un crecimiento económico sostenible.

Asimismo, la inversión en educación y en programas de formación técnica desempeña un papel clave, ya que permite preparar a la fuerza laboral para enfrentar los desafíos asociados a la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de procesos innovadores. Lo anterior sin dejar de lado que las organizaciones que implementan estrategias innovadoras están mejor equipadas para adaptarse a las transformaciones del

mercado, lo que les permite reaccionar con mayor agilidad ante nuevos desafíos y oportunidades. Este enfoque no solo fortalece su capacidad de respuesta, sino que también impulsa su ventaja competitiva, posicionándolas favorablemente frente a sus competidores en entornos dinámicos y cambiantes (Correa *et al.*, 2019; Jiménez & Sanz, 2012; Proaño, 2024; Rojo *et al.*, 2019; Valdés & Martín, 2003).

Hacia finales del siglo XX e inicios del XXI, la innovación enfocó su desarrollo en los campos de la información y las tecnologías de la comunicación. La irrupción de Internet y las herramientas digitales revolucionó las dinámicas económicas, marcando el comienzo de la llamada "sociedad del conocimiento" (Vega, 2012).

La innovación sigue un camino dinámico y no lineal, alimentándose de diversas fuentes y adaptándose continuamente. Las tecnologías, en su proceso de adopción, suelen experimentar cambios incrementales que las perfeccionan y ajustan a las necesidades del entorno. Además, las nuevas tecnologías suelen surgir en grupos integrados por múltiples componentes complementarios, lo que resalta el carácter interconectado y multifacético de los avances tecnológicos. Este enfoque evolutivo enfatiza la complejidad inherente y la naturaleza cambiante de los procesos de innovación (Peña, 2003).

En LATAM, el interés por la ciencia y la tecnología adquirió mayor relevancia tras la Segunda Guerra Mundial (SGM). Entre las décadas de 1950 y 1980 se crearon diversas entidades estatales con el objetivo de impulsar la investigación y el desarrollo en la región. Sin embargo, estas iniciativas se vieron afectadas por una serie de desafíos, principalmente debido a las fluctuaciones políticas y económicas que marcaron el contexto regional durante ese período (Vega, 2012).

En el siglo XXI, la innovación enfrenta retos y posibilidades únicas, impulsadas por fenómenos globales como la globalización, el cambio climático y las crisis económicas. Estos desafíos exigen la implementación de estrategias innovadoras que favorezcan un desarrollo sostenible, donde destacan las capacidades de innovación que son cruciales en las nuevas modalidades de gestión fundamentadas en ciencia, tecnología e innovación, aunado a la relevancia del conocimiento y la creatividad como pilares esenciales para garantizar la sostenibilidad de los procesos innovadores en un mundo en constante evolución (Pulido, 2006).

II.3. Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico (APEC)

APEC es un foro económico regional establecido en 1989 con el objetivo de promover la prosperidad en la región Asia-Pacífico mediante el impulso del crecimiento económico equilibrado, inclusivo, sostenible, innovador y seguro, y la aceleración de la integración económica regional (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico [APEC], 2023a).

Conforme con lo planteado en la página oficial de APEC (2021), el objetivo principal del foro es apoyar el crecimiento económico sostenible y la prosperidad en la región de Asia y el Pacífico. Se menciona que unen su impulso en busca de construir una comunidad dinámica y armoniosa en la región, defendiendo la inversión y el comercio libres y abiertos, dando promoción a la integración económica regional, facilitando un entorno empresarial favorable y sostenible, y fomentando la cooperación técnica y económica, lo cual se busca lograr a través de iniciativas que convierten los objetivos políticos en resultados concretos y los acuerdos en beneficios tangibles.

II.3.1. Historia y evolución de APEC

APEC fue concebida en respuesta a la creciente interdependencia económica de las economías de Asia-Pacífico, es decir, surgió como respuesta a una necesidad de estrategia comercial para hacer frente a la globalización. La idea fue propuesta públicamente por el entonces primer ministro de Australia, Bob Hawke, durante un discurso en Seúl, Corea, el 31 de enero de 1989. Diez meses después, en noviembre de 1989, representantes de 12 economías de la región se reunieron en Canberra, Australia, para establecer APEC (APEC, 2022b).

Los miembros fundadores de APEC fueron: Australia, Brunei Darussalam, Canadá, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur, Tailandia y EE. UU. Desde su creación, APEC ha crecido hasta incluir 21 economías miembros, que representan aproximadamente el 62% del PIB mundial y el 48% del comercio mundial en 2021 (APEC, 2023b).

II.3.2. Economías miembros de APEC

Al terminar la SGM, EE. UU. comienza con una hegemonía tecnológica, económica y militar, a quien durante ya casi ochenta años nadie ha podido quitar el título de potencia, no

obstante, gracias a los cambios estructurales económicos de potenciaron el crecimiento económico acelerado de Asia, lo que favoreció el desarrollo industrial de sus países (Salazar & Seoane, 2019).

El primer país asiático en mantener un crecimiento sostenido del Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), fue Japón, lo que se dio gracias a sus políticas de crecimiento y su modernización. Bajo la misma tesitura le siguieron Corea del Sur, Taiwán y Singapur, y después siguieron sus mismos pasos Vietnam, Camboya, Malasia, entre otros (Salazar & Seoane, 2019).

El país asiático que removi6 de la delantera (hablando en términos de desarrollo) a Japón, fue China, país que tuvo un incremento del su PIB de casi 10% anual durante 4 décadas seguidas, lo que colocó a dicho país como una de las principales potencias alcanzando casi a la primer potencia EE. UU. (Salazar & Seoane, 2019).

La estrategia que siguieron los países de Asia para alcanzar altos niveles de desarrollo implicaron más que estrategias locales, puesto que se debe en gran parte a la implementación de políticas públicas, dinámicas de mercado e intervención del sector privado a nivel macro, es decir, la interacción comercial e industrial no se daba en un solo país, sino que se implementaban estrategias colaborativas entre los países de Asia Oriental, así mismo, influyó en gran medida el cambio de dinámicas socio-estatales, así como la cultura de los empleados de los países de dicha región, puesto que estos se caracterizan por su alta disciplina, responsabilidad, capacidad de aprendizaje, innovación y motivación al trabajo (Salazar & Seoane, 2019).

La cultura de los empleados ha sido uno de los grandes elementos clave en la potencialización de los países asiáticos, puesto que, en el mismo sentido que los párrafos anteriores y continuando con lo propuesto por Seoane y Salazar (2019), existe una gran población de chinos distribuidos en estos países, lo que les ha permitido potencializar el emprendimiento, la innovación y la tecnología industrial que gestionan y desarrollan.

Posteriormente se comenzaron a consolidar econ6micamente los países asiáticos, ante las necesidades comerciales y de crecimiento, y como estrategia para hacer frente a la hegemonía de EE. UU., se creó APEC, el cual se conformó en una reunión en Canberra a finales de 1989, iniciando con 12 países de Asia y del Pacífico, los cuales fueron: Australia, Brunéi Darussalam, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur,

Tailandia, Canadá y EE. UU., para que posteriormente en 1991 se unieran China, Hong Kong, y el Taipéi Chino. Posteriormente en 1993 se unen Papúa Nueva Guinea y México. En 1994 se unió Chile. En 1998 se unieron Rusia, Perú y Vietnam (véase Tabla 1), siendo de dicha forma como se unen los 21 países que actualmente lo conforman (véase Mapa 3).

Tabla 1.

Economías y año en que se unieron los conformantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)

Economía	Año de incorporación a APEC
1. Australia	1989
2. Brunei Darussalam	1989
3. Canadá	1989
4. Chile	1994
5. China	1991
6. Hong Kong, China	1991
7. Indonesia	1989
8. Japón	1989
9. Corea	1989
10. Malasia	1989
11. México	1993
12. Nueva Zelanda	1989
13. Papúa Nueva Guinea	1993
14. Perú	1998
15. Filipinas	1989
16. Rusia	1998
17. Singapur	1989
18. Taipéi Chino	1991
19. Tailandia	1989
20. Estados Unidos	1989
21. Vietnam	1998

Fuente: Elaboración propia con base en (APEC, 2023a)

Mapa 3.

Mapa de clasificación de las economías que conforman el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)



Fuente: Elaboración propia con base en APEC (2022) y Fondo Monetario Internacional [FMI] (2023).

Para fines estratégicos de la presente investigación, el análisis de las economías pertenecientes a APEC se puede dar desde el contexto de las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo, lo anterior con base en la clasificación propuesta por el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2023), para lo cual se puede observar en el Mapa 3 la distribución geográfica de dichas economías y su clasificación utilizando colorimetría, donde las economías señaladas en color rojo son aquellas que se consideran más desarrolladas, y por otra parte, se encuentran señaladas en color verde aquellas que se consideran economías en desarrollo.

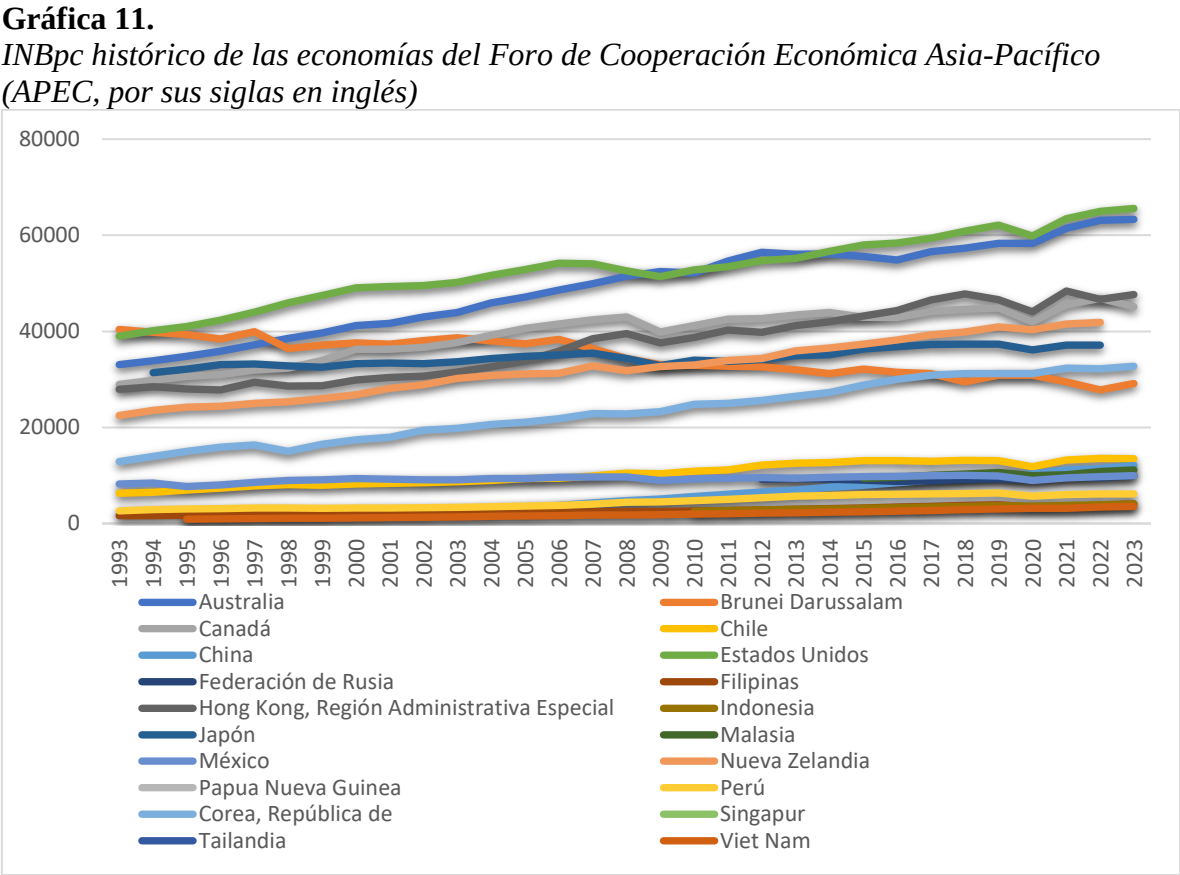
II.3.3. Comportamiento histórico del Ingreso Nacional Bruto per cápita, de las economías miembros de APEC

Para la elaboración de la presente investigación, se emplea una clasificación de las economías de acuerdo a su nivel de desarrollo, clasificándolos en “economías más desarrolladas” y “economías en desarrollo”, dicha clasificación es clave para la organización y análisis de los datos de panel, así mismo se empleará un panel con las veinte economías contempladas (descartando a Taiwán debido a su escasez de información).

Para la clasificación se utilizará como base la clasificación propuesta por el FMI (2023), así mismo, en el presente apartado se presenta un análisis del histórico de Ingreso Nacional Bruto per cápita (INBpc) de cada economía, en vista de que la clasificación propuesta por el Banco Mundial (BM *et al.*, 2023) únicamente clasifica su nivel de ingreso, sin embargo, no proporciona una clasificación específica como sí lo hace el FMI, aunado a que por la naturaleza de la investigación misma, resulta más útil la última clasificación mencionada. No obstante, el análisis del comportamiento del INBpc, que es la base de su clasificación del BM, sirve a manera de sustento y refuerzo del uso de dicha división de análisis.

Con base en información postulada por BM (2024e) el INBpc es el Ingreso Nacional Bruto (INB) dividido por la población a mitad de año. El INB (anteriormente Producto Nacional Bruto o PNB por sus siglas), el cual representa la suma del valor agregado de todos los productores residentes más cualquier impuesto sobre los productos (menos subsidios) no incluido en la valoración de la producción más los ingresos netos de ingresos primarios (compensación de los empleados e ingresos de la propiedad) del exterior, así mismo, cabe

mencionar que los datos se presentan en dólares estadounidenses (USD) constantes de 2015. Tomando en cuenta esta información, se presenta en la Gráfica 11 el comportamiento histórico del INBpc de cada economía.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024e).

En la Gráfica 11 se constata la disparidad económica entre las economías pertenecientes a APEC, de las cuales algunas han tenido un comportamiento significativamente creciente a lo largo del tiempo, como puede observarse con EE. UU., Australia y Hong Kong, por mencionar algunos; algunos otros han presentado inestabilidad como puede observarse con Brunei Darussalam, Japón y México, y finalmente, algunas economías se han mantenido en rezago en comparación con el resto, y sin cambios significativos como lo son Filipinas, Indonesia y Vietnam.

Este análisis histórico del INBpc permite observar el comportamiento de los ingresos de cada economía en contraste con la clasificación de desarrollo propuesta por el FMI (2023),

donde se les considera economías desarrolladas a Australia, Canadá, EE. UU., Japón, Corea, Nueva Zelanda, Singapur y Hong Kong, mientras que considera economías en desarrollo a China, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, Indonesia, Vietnam, Malasia, Tailandia, Brunei Darussalam, Perú, Chile, México y Rusia. Esta tipología ofrece una primera aproximación a la heterogeneidad del foro, al distinguir entre países con alta capacidad productiva y aquellos que aún enfrentan rezagos en innovación y competitividad.

No obstante, al contrastar esta clasificación con la propuesta del BM, basada en el nivel de INBpc, se obtiene una visión más matizada y dinámica. La Gráfica 11 muestra cómo las economías avanzadas mantienen niveles de ingreso per cápita consistentemente altos, mientras que las economías emergentes exhiben trayectorias más volátiles y, en algunos casos, estancadas. Por ejemplo, mientras EE. UU., Japón y Corea del Sur se ubican en la categoría de ingresos altos, países como México y Perú se clasifican en ingresos medios-altos, y otros como Filipinas o Vietnam permanecen en ingresos medios-bajos.

Las anteriores perspectivas resultan esenciales para este estudio puesto que, el FMI proporciona la visión estructural y jerárquica del bloque, mientras que el BM refuerza el análisis con indicadores dinámicos que capturan la heterogeneidad interna. Esta doble aproximación permite vincular la diversidad de APEC con la pertinencia del modelo de la Triple Hélice, mostrando cómo las diferencias en ingreso y desarrollo condicionan la capacidad de los actores institucionales para articular procesos de innovación y desarrollo industrial.

El análisis histórico del INBpc y su contraste con las clasificaciones internacionales refuerzan la necesidad de considerar la diversidad estructural de APEC como un elemento central en la investigación. La coexistencia de economías altamente desarrolladas con otras en proceso de consolidación evidencia que los resultados del modelo de la Triple Hélice no pueden ser homogéneos, sino que dependen de las condiciones específicas de cada país. Este hallazgo justifica la adopción de un enfoque comparativo y multidimensional, que permita evaluar de manera diferenciada el impacto de la articulación institucional en el desarrollo industrial del bloque.

II.3.5. Cambios desde la incorporación de las economías miembros

Desde su incorporación a APEC, las economías miembros han experimentado transformaciones significativas:

Crecimiento Económico: La región de APEC ha sido un motor dinámico de crecimiento económico. Entre 1989 y 2012, el PIB real de la región se duplicó, pasando de 15 billones de USD a 30 billones de USD. Este crecimiento ha elevado los ingresos per cápita y ha sacado a millones de personas de la pobreza (APEC, 2014).

Integración Comercial: El comercio total de la región de APEC aumentó más de seis veces entre 1989 y 2012, superando al resto del mundo, con dos tercios de este comercio ocurriendo entre las economías miembros (APEC, 2014).

Reducción de Barreras Comerciales: APEC ha trabajado para reducir las barreras al comercio y la inversión, promoviendo un entorno más abierto y competitivo. Esto ha facilitado el flujo de bienes, servicios y capital en la región (APEC, 2023b).

Cooperación en Innovación y Digitalización: APEC ha reconocido la importancia de la transformación digital y la innovación como impulsores clave del crecimiento económico. Se han implementado políticas para promover la digitalización, reducir la brecha digital y fortalecer la confianza en las transacciones digitales (APEC, 2024).

II.3.6. Compromisos recientes y futuro de APEC

En la Declaración de Machu Picchu de 2024, los líderes de APEC reafirmaron su compromiso con la visión de APEC Putrajaya 2040, que busca una comunidad Asia-Pacífico abierta, dinámica, resiliente y pacífica para 2040. Se enfatizó la importancia de la cooperación multilateral efectiva en áreas como el comercio, la inversión, el medio ambiente, la seguridad alimentaria y energética. Además, se reconoció la necesidad de promover la igualdad de género, empoderar a las mujeres y niñas, y abordar las barreras estructurales que enfrentan para lograr su potencial económico. La declaración también destacó la importancia de la transformación digital y la innovación como motores del crecimiento económico sostenible e inclusivo (APEC, 2024).

Es por todo lo anteriormente mencionado que se puede considerar que APEC ha desempeñado un papel fundamental en la promoción del crecimiento económico y la integración regional en Asia-Pacífico. A través de sus iniciativas y compromisos, ha facilitado la cooperación entre economías diversas, contribuyendo a la prosperidad compartida y al desarrollo sostenible de la región.

II.4. Desarrollo industrial en APEC

El APEC ha desempeñado un papel clave en el impulso del desarrollo industrial en la región Asia-Pacífico. Mediante iniciativas que promueven el comercio, incentivan la inversión y fortalecen la cooperación económica, APEC ha impactado significativamente las políticas industriales de sus países miembros. Estas acciones han contribuido a fomentar el crecimiento económico y la integración de estas economías en el ámbito global, consolidando su participación en los mercados internacionales (APEC, 2022b; Ninh, 2023).

Las políticas industriales dentro de APEC han ido evolucionando para responder a los cambios en la economía global. Según un análisis de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), entre 1950 y 2010, los "dragones asiáticos" (Corea del Sur y Taiwán) implementaron políticas macroeconómicas y estrategias industriales que han demostrado ser altamente efectivas. Estas acciones podrían ser tomadas como referencia para otras naciones dentro del marco de APEC debido a su impacto positivo en el desarrollo económico sostenible (Torija, 2012).

Por otra parte, en países como Perú se considera que las políticas de APEC sobre la propiedad industrial y las inversiones privadas en su sector han generado estrategias que han influido en la configuración del entorno económico peruano, ofreciendo una perspectiva clara sobre su impacto en el desarrollo industrial local (Moscoso *et al.*, 2024).

La incorporación de tecnologías emergentes resulta fundamental para impulsar el desarrollo industrial dentro de APEC. Así mismo, las capacidades innovadoras juegan un papel trascendental en la gestión moderna, la cual está respaldada por avances en ciencia, tecnología e innovación, destacando que el conocimiento y la creatividad son factores esenciales para garantizar la sostenibilidad y la eficacia de los procesos industriales en un entorno global cada vez más competitivo y dinámico (Delfin *et al.*, 2023).

Aunado a lo anterior, el comercio electrónico se ha consolidado como un elemento esencial para el desarrollo industrial en la región APEC, la competitividad en este sector depende de manera significativa de la infraestructura digital y la adopción tecnológica. Estos factores no solo potencian la eficiencia y el alcance de las economías en APEC, sino que también actúan como impulsores clave para garantizar su desempeño exitoso en un entorno global cada vez más digitalizado y competitivo (Zamora & Gómez, 2024).

El desarrollo industrial ha desempeñado un papel esencial en la transformación económica de las economías miembros de APEC. A lo largo del tiempo, estas naciones han evolucionado desde estructuras agrarias hacia sistemas industrializados y, más recientemente, hacia economías centradas en el conocimiento y la innovación tecnológica.

En el caso de Asia-Pacífico, la industrialización cobró gran relevancia en Japón a principios del siglo XX, marcando el inicio de una era de progreso sostenido. Las políticas de liberalización comercial y promoción de inversiones han sido determinantes para el desarrollo industrial en las economías miembros de APEC, lo que ha potenciado el comercio y mejorado la conectividad regional. Además, estas políticas han fortalecido la seguridad jurídica en la propiedad industrial y han incrementado la inversión privada en el sector manufacturero peruano, impulsando el crecimiento económico (Moscoso *et al.*, 2024).

II.5. Innovación y desarrollo en APEC

El modelo de Triple Hélice, propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1995), describe la interacción entre universidad, industria y gobierno para promover la innovación y el desarrollo económico. Este enfoque ha sido fundamental en las economías más importantes de APEC entre 1993 y 2024.

APEC, establecido en 1989, es el principal foro económico de Asia-Pacífico, con el objetivo de promover un crecimiento económico equilibrado, inclusivo, sostenible, innovador y seguro, acelerando la integración económica regional (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, 2024).

Las economías miembros de APEC han experimentado transformaciones significativas en términos 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 (Moreno *et al.*, 2021)

En 1993, EE. UU. llevó a cabo la primera reunión de los líderes de APEC en Blake Island (Seattle) con el fin de promover la liberalización del comercio y la cooperación, y un compromiso al más alto nivel. Asimismo, se buscó desarrollar un espíritu de comunidad en la región y promover el crecimiento sostenible y desarrollo equitativo (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007)

En 2023, los líderes de APEC se comprometieron a promover un entorno de comercio e inversión libre, abierto, transparente e inclusivo; mantener los mercados abiertos y abordar los fallos de la cadena de suministro. APEC continuará respaldando el sistema de comercio multilateral basado en normas, con la Organización Mundial del Comercio (OMC) como eje (Ninh, 2023).

II.6. Modelos de Hélice en el mundo

Desde principios del siglo XX con la llegada de la segunda revolución industrial, las potencias buscaron estrategias para hacer frente a la globalización, es decir, buscaron nuevas formas de producir tecnología e innovación, es por ello que, bajo la necesidad de mantener su competitividad global, surgen los modelos de Hélices, que encabezaban Öresund, Copenhague, y Sienna a través del fortalecimiento de relaciones universidad-industria y gobierno-industria (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Las primeras aplicaciones de vinculación se dio en el sentido de dos Hélices, en las que la vinculación sólo se realizaba entre dos esferas, no obstante, las necesidades de generar innovación llevaron a los países a implementar la Triple Hélice, donde la vinculación entre universidad, empresa y academia se hizo más interactiva, no obstante, algo que ha caracterizado a países de LATAM, la Unión Soviética y a EE. UU. ha sido el trabajo individualista, es decir, se utiliza el modelo *laissez faire*, en el cual el trabajo se da de manera dividida, y más allá de existir un trabajo en equipo, se realiza una división del trabajo (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Uno de los mayores casos de Triple Hélice a nivel global es el caso de Silicon Valley, una región ubicada al norte de California en EE. UU., que se caracteriza por las empresas tecnológicas con enfoque innovador, en donde se comenzó con la aplicación del modelo de Triple Hélice, no obstante, una vez consolidada la región se adhirió una Hélice más al modelo de trabajo, es decir, se comenzó a contemplar a la sociedad en los modelos de trabajo, en el cual participan actores sociales importantes que participan en la toma de decisiones en la región, así como en la vinculación, comunicación y principalmente la retroalimentación en busca de que los proyectos que se generen contemplen un beneficio social (Allgaier, 2018).

En la India se encuentra la ciudad de Bangalore, la cual tiene una población superior a los 5.7 millones de habitantes, es considerada como el Silicon Valley de la India, puesto

que aquí se posicionaron a finales del siglo XX empresas como *Microsoft*, *International Business Machines Corporation (IBM, por sus siglas en inglés)* y *Hewlett-Packard Company (HP, por sus siglas en inglés)*, mismos que fomentaron la atracción de Inversión Extranjera Directa (IED), puesto que el 50% de la tecnología de *software* que exporta el país es diseñada en esta ciudad, colocándose con ello en el cuarto polo de tecnologías de la información a nivel mundial, mismo lugar donde se sitúan la mitad de las empresas indias de biotecnología, aunado a que se considera el mayor lugar de *start-ups* que tiene la India (Allgaier, 2018; Pastor, 2012).

En la ciudad de Barcelona existen tres grandes áreas que generan crecimiento económico basado en la innovación, creatividad, y en la economía del conocimiento. La primera es el área del Besos que conforma el distrito de la innovación y la creatividad de Barcelona, el segundo es el Vallés Occidentales en el cual se sitúa el Parque de Alba, que es un clúster de investigación y tecnología, y el tercera es el área de Llobregat en el cual se sitúa el Parque Aeroespacial y de la Movilidad, las cuales conforman un polo económico y de innovación, donde, de la mano con el gobierno de Barcelona y de Catalunya, promueven 6 millones de metros cuadrados de áreas destinadas a actividades económicas de alto valor añadido y se prevé que tiene el potencial de generar hasta 200 mil nuevos empleos (Pastor, 2012).

Por otra parte, existe el club Málaga Valley e-27, el cual se fundó por un grupo de presidentes empresarios de telecomunicaciones con la finalidad de diseñar políticas y líneas de acción para potencializar la industria tecnológica de Málaga, España. A través de encuentros como el *Málaga Media Happening* buscan generar acercamiento entre empresas tradicionales del sector audiovisual con las empresas del ramo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Allgaier, 2018; Pastor, 2012)

Algunas de las empresas que participan en el Málaga Valley son *IBM*, *HP*, *France Télécom*, *Yahoo!*, *Alcatel*, *Telefónica*, *Nokia*, *Ono*, *PRISA*, *Vodafone*, *Vocento*, aunado a la participación de instituciones y empresas locales como la Universidad de Málaga y Unicaja, cabe mencionar que el nombre se toma de *Silicon Valley*, por su parecido creativo e innovador (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Otro de los lugares de innovación y tecnología más grandes de Europa es el clúster *Tech City* que se ubica en Shoreditch y Old Street en el este de Inglaterra, y abarca hasta el

Parque Olímpico de Stratford, el cual se caracteriza por las oportunidades brindadas a empresas de carácter innovador, de origen digital, tecnológico y con altos niveles de creatividad, sin importar el tamaño de la misma, su principal finalidad es el impulso de la inversión a través de la transferencia del conocimiento, el apoyo práctico así como la conformación de redes de asesoramiento entre empresarios y emprendedores (Gutiérrez *et al.*, 2022; Kostina & Kostin, 2024).

Uno de los parques tecnológicos más importantes a nivel global es el Zhongguancun, el cual es mejor conocido como el Silicon Valley Chino, ubicado al noreste de Pekín, es el área que más destaca de China gracias a su alto nivel de investigación, innovación y desarrollo, puesto que el gobierno chino apoyó el proyecto desde 1988 como principal exponente de la reforma económica implementada en dicho año, además de ser uno de los mayores exponentes de los modelos de Hélices, puesto que una de las claves para el alto desarrollo de innovación en la región es gracias a la participación de las universidades de Beijing y de Tsinghua (Cai, 2014; Lu, 2023; Ministerio de Ciencia y Tecnología de China., 2021; Pastor, 2012; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

Zhongguancun se convirtió en poco tiempo en el principal generador de proyectos y tecnología de la región, lo anterior se debe a que dicho recinto alberga alrededor de 20 mil empresas de investigación, mismas que en 2008 generaron ingresos por 146 millones de USD en ingresos conjuntos, así mismo, han mantenido tasas de crecimiento anual de 30%, cifras que buscaban alcanzar para 2010, no obstante, lo lograron dos años antes de lo planeado (Cai, 2014; Lu, 2023; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

II.7. La Triple Hélice y la vinculación en las economías de APEC

El modelo de la Triple Hélice, propuesto por Etzkowitz & Leydesdorff (1995), describe la interacción entre universidad, industria y gobierno como motor de la innovación y el desarrollo económico. Este enfoque ha sido adoptado por diversas economías de APEC para fomentar la colaboración intersectorial y potenciar sus capacidades innovadoras.

Desde su incorporación a APEC en 1993, México ha experimentado transformaciones significativas en innovación, industrialización, economía y desarrollo humano, impulsadas por la adopción del modelo de la Triple Hélice. La colaboración entre empresas, gobierno y academia ha sido fundamental para orientar la innovación hacia las

necesidades de la población, asegurando un enfoque integral y efectivo. 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 (Moreno *et al.*, 2021)

En EE. UU., la implementación del modelo de la Triple Hélice ha sido evidente en la promoción de la innovación y el emprendimiento. La colaboración entre universidades, industrias y el gobierno ha facilitado la transferencia de tecnología y la creación de empresas derivadas de la investigación académica, contribuyendo al desarrollo económico y tecnológico del país (Departamento de Estado de los Estados Unidos, 2024)

En Chile, la participación en APEC ha impulsado la adopción del modelo de la Triple Hélice para intensificar el sentimiento de comunidad Asia-Pacífico y reducir las diferencias entre las economías de la región mediante una senda de crecimiento sostenible. La colaboración entre universidad, industria y gobierno ha sido clave para promover el libre comercio y la inversión, acelerando la integración económica regional y fomentando la cooperación económica y técnica (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007).

El modelo de Triple Hélice ha sido una herramienta clave para la formulación de políticas públicas en las economías de APEC, analizando las relaciones entre la universidad, la industria y el gobierno. Este modelo ha sido funcional para el análisis de los procesos de innovación y como orientación para las políticas de innovación, así mismo, la interacción entre actores ha generado instituciones intermediarias, como oficinas de transferencia de tecnología y parques científicos, los cuales facilitan la transferencia de conocimiento y fomentan la innovación en las economías de APEC (González, 2009).

Con el tiempo, el modelo de la Triple Hélice ha evolucionado hacia configuraciones más inclusivas, como la Cuádruple y la Quinta Hélice, incorporando a la sociedad civil y al medio ambiente como actores clave en los procesos de innovación. Esta evolución refleja la necesidad de abordar desafíos más complejos y de promover un desarrollo sostenible en las economías de APEC (Araya *et al.*, 2021)

No obstante lo anterior, puede considerarse que la adopción del modelo de la Triple Hélice en las economías de APEC ha sido fundamental para promover la innovación y el desarrollo económico, toda vez que la colaboración entre universidad, industria y gobierno ha permitido a estas economías enfrentar desafíos contemporáneos y adaptarse a las

dinámicas del mercado global que impulsan el crecimiento sostenible y equitativo en la región de Asia-Pacífico, ha facilitado la creación de políticas y estructuras. Aunado a ello, el modelo de Triple Hélice ha desempeñado un papel fundamental en la promoción de la innovación y el desarrollo económico en las principales economías de APEC entre 1993 y 2024.

En las economías de APEC, el modelo de Triple Hélice ha evolucionado para responder a las dinámicas locales y globales, promoviendo el crecimiento económico a través de la vinculación estratégica de entre actores, cuya vinculación ha sido impulsada mediante políticas y programas que favorecen la transferencia tecnológica, la formación de capital humano y la innovación colaborativa, para lo cual se presentan a continuación algunos casos.

En EE. UU. la colaboración ha sido fundamental en la creación de clústeres de innovación tecnológica, particularmente en Silicon Valley, donde universidades como Stanford han sido catalizadoras de la transferencia de conocimiento hacia startups y grandes empresas tecnológicas. Esta dinámica ha sido reforzada por políticas gubernamentales que incentivan la investigación aplicada y el emprendimiento (Departamento de Estado de los Estados Unidos, 2024).

En China, el modelo de la Triple Hélice se ha integrado en las estrategias de desarrollo nacional, como el plan "Made in China 2025", que fomenta la colaboración entre universidades y empresas para desarrollar tecnologías avanzadas, siendo el gobierno quien funge como mediador e inversor (Ministerio de Ciencia y Tecnología de China., 2021).

En Chile, la incorporación de políticas que fomentan la transferencia tecnológica ha facilitado la vinculación de universidades con sectores estratégicos como la minería y la agroindustria. A través de iniciativas de APEC, el país ha potenciado la innovación colaborativa (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007).

El desarrollo de las economías de APEC no se debe sólo a su dirección gubernamental, gran parte del desarrollo se atribuye a la participación activa del sector académico, empresarial e incluso de grupos de interés pertenecientes a las comunidades que están inmersas en los proyectos, es decir, a través de la aplicación de la Triple Hélice e incluso de Cuádruple Hélice, lo cual se logra a través de asociaciones que permiten el logro de objetivos, el aprovechamiento de conocimientos y experiencias en busca de fortalecer la calidad del trabajo y, con apertura, transparencia y una amplia asociación que busca

contemplar las diferentes perspectivas de las comunidades en busca de ofrecer comprensión y apoyo al cumplimiento de los objetivos de la región (APEC, 2021).

La intervención por parte de las empresas en la Cuádruple Hélice utilizada en las economías de APEC se da en el sentido de buscar impulsar el crecimiento económico en todos los niveles de los procesos de los proyectos, para lo cual el foro APEC creó el Consejo Asesor Empresarial de APEC (ABAC), el cual se conforma hasta por tres representantes empresariales de alto nivel de cada una de las economía que conforman el foro, mismos que realizan reuniones cuatro veces por año para presentar retroalimentación de mejora del entorno empresarial y de la inversión inmersa, así mismo, se comparten opiniones acerca de las necesidades prioritarias de la región (APEC, 2021).

El ABAC también está conformado por un representante que asesora a los funcionarios en las reuniones ministeriales sectoriales, acerca de las necesidades, prioridades, contingencias y preocupaciones de los empresarios de APEC. Es también importante mencionar que se crean y fomentan grupos de trabajo y grupos de expertos en temáticas de la región en busca de que se aporte información valiosa al trabajo empresarial de la región sobre diversas áreas (APEC, 2021).

El foro APEC creó el Consorcio de Centros de Estudios de APEC (ASC), el cual busca involucrar activamente a las instituciones académicas y de investigación en los procesos que se llevan a cabo en la región, principalmente a través del fomento de intercambios intelectuales y culturales de la región, además ayuda con la realización de investigación científica, interdisciplinaria y colaborativa con un enfoque hacia el cumplimiento de las políticas de la región. El ASC está conformado por cerca de cien participantes entre centros de investigación, centros de excelencia académica y universidades, quienes participan a través de reuniones, seminarios y otras actividades de participación que aportan principalmente conocimiento a las actividades de la (APEC, 2021).

La sociedad también es parte crucial en la Cuádruple Hélice que se implementa en AEPC, es por ello que el foro busca la integración de las comunidades principalmente fomentando la participación e inclusión de las mujeres, para lo cual se creó la “alianza para políticas sobre la mujer y la economía”, la cual se integra por representantes gubernamentales de cada uno de los 21 países que conforman del APEC, y participan a través de capacitaciones en análisis basadas en el género, las cuales se dan a los funcionarios del foro, lo que sirve

como recurso informativo y de asesoría para la integración de la perspectiva de género en los proyectos y actividades de la región (APEC, 2021).

II.8. La participación de México en APEC

El resultado de la creación de APEC ha sido benéfico para la economía de la región, puesto que en 1989 que se creó el foro la tasa arancelaria promedio de la región era de un 17%, y para el año 2009 decreció hasta un 6.2%. La participación de México se ha dado con una apertura al comercio a través de reformas y tratados que lo colocaron como un detonador de las cadenas globales de suministro (Muñoz, 2002).

La adición de México a la APEC en 1993 se dio con la finalidad de fomentar un aumento en los vínculos comerciales con Asia-Pacífico en busca de una mayor presencia económica, ese mismo año las exportaciones hacia EE. UU. se incrementaron seis veces, es decir, pasó de 43 mil de millones de dólares (MMD) a 238 MMD, mientras que las importaciones de origen asiático incrementaron trece veces, es decir, pasó de 7.4 MMD a 96 MMD (Muñoz, 2002).

II.9. Análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años

El análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años ofrece una visión estratégica sobre los factores que influirán en su desarrollo y crecimiento. A través de este apartado, se examinarán las principales iniciativas y planes de acción diseñados para fomentar el progreso económico, así como las expectativas que se proyectan con base en el contexto actual y los retos por venir.

Los subapartados a tratar incluyen el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Plan México y las expectativas generales para el desempeño de la economía mexicana, proporcionando un panorama integral y fundamentado para entender su posible evolución.

II.9.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El PND 2025-2030 constituye un marco estratégico diseñado para orientar el desarrollo integral de México en los próximos años. Este documento establece objetivos prioritarios que buscan abordar desafíos estructurales y promover una transformación económica, política y social en el país. Entre sus principales metas se encuentran el combate a la corrupción y la

impunidad, la reducción de la desigualdad social y la pobreza, el fortalecimiento de la democracia y la transparencia, la promoción de la igualdad de género y la protección de los derechos humanos. Asimismo, el PND enfatiza la importancia de gobernar con austeridad y ética, al tiempo que impulsa la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible como ejes fundamentales para el progreso nacional (Alvarado, 2024).

Dicho plan surge como resultado de los planteamientos previos y se estructura en cuatro ejes centrales y tres transversales, los cuales buscan abordar de manera integral los principales retos del país. Entre los ejes generales destaca el de gobernanza con justicia y participación ciudadana, cuyo objetivo es fortalecer la transparencia, fomentar la rendición de cuentas y garantizar la participación activa de la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones, logrando así un gobierno más democrático e inclusivo. Otro eje central se enfoca en el desarrollo con bienestar y humanismo, orientado a mejorar la calidad de vida de la población mediante el acceso a derechos fundamentales como la educación, la salud y la vivienda, siempre desde una perspectiva humanista que priorice el bienestar colectivo (Gobierno de México, 2015).

Por su parte, el eje de economía moral y trabajo pretende promover una economía ética y responsable que genere empleos dignos y sostenibles, impulsando la inversión y el desarrollo de sectores productivos que beneficien a toda la sociedad. Asimismo, el eje de desarrollo sustentable se centra en implementar estrategias que combinen el crecimiento económico con la protección del medio ambiente, promoviendo un equilibrio entre el progreso y la conservación de los recursos naturales (Gobierno de México, 2015).

En cuanto a los ejes transversales, el primero de ellos se orienta hacia la igualdad sustantiva y los derechos de las mujeres, con el propósito de garantizar la equidad de género en todos los ámbitos de la sociedad. También se incluye la innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional, cuyo fin es impulsar la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías mediante políticas públicas estratégicas. Finalmente, el eje de derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas busca proteger y promover los derechos de estos grupos, asegurando su plena participación en el desarrollo del país (Gobierno de México, 2015).

Es importante subrayar que el PND 2025-2030 adopta un enfoque participativo que prioriza la intervención activa del pueblo mexicano en su diseño y ejecución. Este proceso

incluye mecanismos como foros de consulta y la plataforma "Planeando Juntos", donde la ciudadanía puede expresar sus propuestas y opiniones, promoviendo así un verdadero sentido de colaboración y corresponsabilidad en la construcción del futuro nacional (Gobierno de México, 2015).

II.9.2. Plan México

El Plan México se presenta como una estrategia nacional orientada a fortalecer el desarrollo industrial y económico del país. Su objetivo principal es fomentar un crecimiento económico equilibrado y sostenible, promoviendo una distribución más equitativa de los beneficios generados. Este enfoque busca no solo incrementar la capacidad productiva de México, sino también impulsar un progreso incluyente que beneficie a todos los sectores de la sociedad, garantizando así un desarrollo integral y sustentable.

Metas del Plan México

Este plan propuesto por el Gobierno de México (2025) contempla 13 metas que busca alcanzar con la ejecución de más de 2,000 proyectos, las cuales se presentan a continuación:

1. Estar dentro de las 10 economías mundiales: Ya que actualmente México ocupa la posición número 12.
2. Aumentar la inversión como porción del PIB: Se busca que sea más del 25% a partir de 2026 y más del 28% en 2030.
3. Crear 1.5 millones de empleos adicionales: Especialmente empleos de manufactura especializada y de sectores estratégicos.
4. 50% de la proveeduría y el consumo nacional: Especialmente con la substitución de importaciones en sectores estratégicos.
5. Crecer 15% de contenido nacional: En cadenas globales de valor en sectores como automotriz, aeroespacial, electrónico, semiconductores, farmacéutico y químico.
6. 50% de compras públicas: Mismas que serán de producción nacional, ya que en el plan se consideran una herramienta de desarrollo.
7. Vacunas hechas en México: Promover la producción nacional de vacunas.
8. Reducir el tiempo total para concretar una inversión: De 2.6 años a tan sólo 1 año, con menos trámites y requisitos.

9. 150,000 profesionistas y técnicos anuales: Con formación continua alineada a sectores estratégicos y 100% de educación dual en media superior técnica.
10. Sostenibilidad ambiental: Promover inversiones con prácticas ambientales, sociales y de gobernanza (ASG).
11. 30% de PYMES con acceso a financiamiento: Aumentar el acceso a financiamiento para pequeñas y medianas empresas.
12. Ser uno de los 5 países más visitados a nivel mundial: Promover el turismo y mejorar la infraestructura turística.
13. Disminuir la pobreza y la desigualdad: Una parte esencial del plan es que busca la prosperidad compartida.

Acciones Programadas

El Gobierno de México, como parte de las estrategias planteadas para alcanzar las metas propuestas en el marco del PND 2025-2030 y en complemento a los 2,000 proyectos previamente anunciados, ha establecido una serie de acciones clave destinadas a impulsar el desarrollo económico y social del país. Entre estas acciones se incluye un seguimiento mensual riguroso al avance del portafolio de inversiones, con el fin de garantizar su correcta implementación y efectividad. Además, se busca promover la publicación del Decreto de Relocalización, junto con una propuesta de ley orientada a la simplificación administrativa, medidas que tienen como objetivo facilitar la atracción de inversiones y el desarrollo empresarial (Gobierno de México, 2015).

Dentro de las iniciativas estratégicas se encuentra también el relanzamiento de la marca "Hecho en México", con la intención de fortalecer la identidad nacional y promover los productos mexicanos tanto a nivel local como internacional. Asimismo, se contempla la creación de un fondo de banca de desarrollo especialmente dirigido a apoyar a las PYMES, acompañado de la firma de acuerdos entre el Banco de México (BANXICO), la Asociación de Bancos de México (ABM) y el Gobierno Federal, para ampliar las oportunidades de financiamiento a este sector fundamental de la economía (Gobierno de México, 2015).

De igual manera, se plantea realizar inversiones en sectores clave como energía, aeroespacial, semiconductores, turismo, automotriz y textil, con miras a diversificar y consolidar la economía nacional. Finalmente, se gestionará el crecimiento de polos de desarrollo en todas las entidades federativas, con el fin de descentralizar el progreso y

garantizar un impacto equilibrado en las distintas regiones del país. Estas medidas reflejan un compromiso integral con el desarrollo sostenido y equitativo de México en los próximos años (Gobierno de México, 2015).

II.9.3. Expectativas para la economía mexicana

Las perspectivas económicas de México para los próximos años presentan un panorama complejo, marcado por oportunidades y desafíos que requieren un enfoque estratégico. En los siguientes párrafos de este apartado se expresa una compilación de los análisis y perspectivas para la economía mexicana con base en lo propuesto por Flores (2024), Posen (2025), Bárcena (2025) y por Fernández (2025).

En términos de crecimiento económico, México podría beneficiarse de la relocalización de inversiones derivada de las tensiones comerciales entre EE. UU. y China, consolidándose como un socio clave para el mercado estadounidense. Sin embargo, este potencial depende de la capacidad del país para mejorar su entorno de negocios y garantizar seguridad jurídica.

Los proyectos de infraestructura, como el Tren Maya y el Aeropuerto Internacional de Tulum, representan una oportunidad para dinamizar la economía, especialmente en regiones históricamente rezagadas. Estas iniciativas no solo buscan generar empleo, sino también fortalecer la competitividad regional.

En el ámbito de las condiciones laborales, el aumento en los salarios reales y la reducción de la pobreza han fortalecido el mercado interno, aunque persisten retos estructurales como la desigualdad y la falta de capacitación.

Por otro lado, los desafíos estructurales, como la inseguridad y la violencia, continúan siendo un obstáculo significativo para la inversión y el desarrollo económico. Además, las relaciones comerciales internacionales, particularmente con EE. UU., exigen una gestión cuidadosa, especialmente ante posibles políticas proteccionistas que podrían afectar las exportaciones mexicanas.

En cuanto a la política fiscal y social, el gobierno enfrenta el reto de equilibrar las políticas de bienestar con la sostenibilidad económica. La transición energética hacia fuentes más limpias también representa un desafío, pero ofrece oportunidades para el crecimiento a largo plazo si se gestiona adecuadamente.

Por otra parte, la revisión del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) y las tensiones comerciales con China y EE. UU. podrían redefinir las dinámicas económicas de México. La capacidad del país para adaptarse a estos cambios será crucial para mantener su competitividad en el mercado global.

Con base en lo anterior se puede deducir que México se encuentra frente a un panorama económico que demanda decisiones estratégicas para aprovechar las oportunidades de inversión, fortalecer su infraestructura y superar los desafíos estructurales que limitan su desarrollo. La preparación y la adaptabilidad serán esenciales para enfrentar un entorno internacional cada vez más complejo (Bárcena, 2025; Fernández, 2025; Flores, 2024; Posen, 2025).

Así mismo, la economía mexicana enfrenta un escenario caracterizado por desafíos significativos y oportunidades estratégicas que pueden ser aprovechadas mediante un enfoque integral de vinculación entre actores clave. El análisis destaca la necesidad de fortalecer la interacción entre gobierno, industria y academia bajo el modelo de Triple Hélice para enfrentar problemas como la inseguridad, la incertidumbre jurídica y las desigualdades económicas. Al mismo tiempo, reconoce el potencial de proyectos de infraestructura, la transición energética y las relaciones comerciales como pilares para el desarrollo económico sostenible.

Para que México logre consolidar un crecimiento sostenido y competitivo en el contexto global, será imprescindible diseñar estrategias innovadoras que promuevan la coordinación efectiva entre los sectores involucrados, garanticen la implementación de políticas públicas adecuadas y fomenten una cultura de innovación y colaboración. Este enfoque no solo permitirá abordar los problemas estructurales identificados, sino también posicionar al país como un actor relevante en las cadenas globales de valor, asegurando un desarrollo equitativo y sustentable a largo plazo.

II.10. Resumen crítico y conclusiones de la conformación del marco referencial del desarrollo de las economías de APEC

El Capítulo II constituye el marco referencial que contextualiza teórica e históricamente el desarrollo industrial y la evolución de los modelos de Hélice en las economías de APEC. Este capítulo cumple una función estratégica dentro del documento, al ofrecer una visión

panorámica y comparativa de las trayectorias de desarrollo de las 21 economías miembros, identificando sus puntos de convergencia y divergencia a lo largo del periodo de análisis.

El abordaje parte de una revisión profunda del concepto de desarrollo industrial, entendido como un motor del crecimiento económico que fomenta la productividad, la innovación y la transformación estructural. A través de un recorrido histórico que inicia desde la Primera Revolución Industrial hasta la Cuarta Revolución Industrial, el capítulo establece las bases para comprender el vínculo entre procesos industriales y dinámicas de innovación tecnológica. Este análisis es particularmente valioso por su enfoque en las repercusiones geopolíticas y estructurales de las distintas etapas industriales en el orden económico mundial (Aghion & Akcigit, 2015; Agnew, 2021; Aparicio, 2013; Castells, 2010; Hobsbawm, 1968; Rubio, 2014).

Uno de los aportes más destacados de este capítulo es la explicación de cómo la transformación de las industrias tradicionales hacia modelos sustentados en tecnologías emergentes analizando cómo la automatización, la inteligencia artificial y el internet de las cosas ha configurado nuevas exigencias para las economías APEC. El capítulo demuestra que, si bien países como Corea del Sur, Japón y EE. UU. lideran los indicadores de inversión en I+D, educación y productividad, las economías latinoamericanas han enfrentado un rezago significativo, lo cual se traduce en menores capacidades de adaptación a las exigencias de la industria 4.0.

El análisis de APEC es particularmente robusto. Se revisa la historia del foro desde su fundación en 1989, así como los principales hitos institucionales y económicos que han marcado su evolución. El capítulo identifica con precisión la heterogeneidad estructural de sus miembros, los cuales abarcan desde economías avanzadas hasta países en desarrollo con marcadas debilidades estructurales. Este enfoque permite evidenciar que APEC no es una región homogénea, sino un espacio de cooperación económica que enfrenta el reto de compatibilizar intereses y capacidades desiguales.

Además, el capítulo incluye un análisis detallado del comportamiento histórico del INBpc de los miembros de APEC, señalando el contraste persistente entre las economías asiáticas emergentes y las latinoamericanas. Dicho apartado refuerza la argumentación de que el desarrollo industrial no solo depende de condiciones estructurales, sino también de

políticas de innovación y de esquemas de gobernanza colaborativa entre los sectores público, privado, académico y social.

La inclusión de los ODS (particularmente el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, y el ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos) son una precisión analítica que vincula el enfoque regional de APEC con compromisos globales. Este aspecto dota al capítulo de una perspectiva estratégica, al destacar que los modelos de Hélice, al articular actores clave, también pueden funcionar como instrumentos para alcanzar metas de sostenibilidad y equidad (ONU, 2018).

Asimismo, el capítulo incorpora una discusión inicial sobre la participación de México en APEC y sus limitaciones en términos de competitividad industrial, lo cual representa una línea de análisis relevante para los capítulos siguientes.

En relación a lo antes expuesto, este capítulo articula antecedentes, diagnósticos y marcos institucionales, estableciendo la pertinencia científica del análisis del modelo de Hélices en APEC y funcionando como puente entre la base conceptual y el estudio empírico de los capítulos siguientes.

Capítulo III

Las Hélices, el desarrollo económico e industrial y sus principales desarrollos teóricos

Introducción al capítulo

El desarrollo económico e industrial ha estado ligado históricamente a diversas teorías y modelos que buscan explicar y potenciar su crecimiento. Dentro de estos enfoques, los modelos de Hélice han ganado relevancia como herramientas clave para fomentar la innovación y la colaboración entre distintos actores. Este capítulo profundiza en la evolución y aplicación de estos modelos, destacando la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice y la Penta Hélice, así como la N-tuple Hélice, explorando su impacto en la dinámica económica y social.

Además, se presentan las principales teorías económicas y de desarrollo que sustentan la investigación, tales como la economía institucional, la economía solidaria y la teoría del desarrollo institucional. Estas teorías permiten comprender los factores estructurales y contextuales que influyen en la implementación de los modelos de Hélice y su efectividad en el impulso del desarrollo industrial.

Este marco teórico no solo establece las bases conceptuales del estudio, sino que también proporciona una visión integral sobre cómo las economías pueden beneficiarse de estos modelos y teorías para fortalecer sus estrategias de innovación y competitividad en un entorno globalizado.

III.1. Los modelos de Hélice

Los modelos de Hélice son aquellos en los que el principal objetivo es desarrollar innovación, tecnología y ciencia por parte de dos, tres, cuatro, o más entidades participantes, son aquellos modelos que comúnmente se conocen como la Triple Hélice, Cuádruple Hélice, Penta Hélice, o también propuestos como la N-tuple Hélice cuando se trata de modelos con más Hélices adaptadas, siendo estos los más conocidos y utilizados. Para conocer cómo es que se conforman estos modelos se presenta a continuación teoría acerca de dichos modelos.

III.1.1. La Triple Hélice

La Triple Hélice es una forma de trabajo estratégica y conjunta para la generación de desarrollo a nivel local y/o regional, en donde se vinculan el trabajo del gobierno, las empresas y las instituciones para desarrollar actividades de interacción conjunta.

Asimismo, con base en los estudios realizados por Etzkowitz (2002), se sugiere que, para un funcionamiento óptimo de la Triple Hélice, deben trabajarse en tres dimensiones de este modelo.

La primera dimensión debe trabajar cada una de las Hélices de forma individual, en donde deben prepararse a través de planeación de actividades, estrategias, políticas, leyes y reglamentos (en su caso), programas y procedimientos a través de los cuales se podrá generar la vinculación con las otras Hélices.

La segunda dimensión debe trabajar la influencia de una Hélice sobre otra, en el cual, normalmente se consolidan las normatividades, leyes y políticas de interacción bilateral.

Finalmente, la tercera dimensión debe trabajar en la creación de redes de cobertura trilateral, en la que se comienza a operar la Triple Hélice en busca de generar nuevas ideas y formatos para el desarrollo de tecnología.

En el modelo expuesto por el mismo autor, hace mención a tres modelos en los que puede trabajar la Triple Hélice.

El primer modelo que plantean hace referencia a aquellas actividades donde alguna de las tres Hélices predomina, normalmente el sector gobierno, el cual es el que se encarga de hacer trabajar a las otras dos Hélices, tal como se muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 3.

Modelo de Triple Hélice estatista



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

El segundo modelo planteado por el autor plantea el trabajo individual de las Hélices, pero con una vinculación entre sí, es decir, cada quien realiza su trabajo por separado, pero con un fin en conjunto, de acuerdo a lo presentado en la Ilustración 4.

Ilustración 4.

Modelo de Triple Hélice laissez faire



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

El tercer modelo que plantea el autor es el de trabajo conjunto o de convergencia, en el cuál las tres Hélices llegan incluso a cumplir funciones de los otros, es decir, es una vinculación más estrecha donde más allá de una vinculación, existe un verdadero trabajo en equipo por parte de los tres sectores para, en conjunto, desarrollar tecnología, lo cual se muestra en la Ilustración 5.

Ilustración 5.

Modelo de Triple Hélice de convergencia o innovador



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

Si bien, el autor en cuestión hace mención de cada uno de los actores (academia, gobierno y empresas) como “esferas”, para el presente este término se manejará como “Hélice”, para continuar con la terminología que lleva por nombre el modelo mismo.

III.1.2. La Cuádruple Hélice

Se puede considerar que la base de los modelos de Hélices es la Triple Hélice, no obstante, existen otros modelos que involucran otros factores a los modelos de trabajo; este es el caso de la Cuádruple Hélice, que es aquella que además de contemplar el sector gobierno, el sector académico y el sector empresarial, suma un cuarto sector, el cuál es el sector social.

En ese sentido Leydesdorff (2012) afirma que, la codificación de la comunicación de la sociedad hace que éstas evolucionen desde y dentro de la misma, por lo que, para lograr su desarrollo, las instituciones deben tomar decisiones y acciones basadas en las necesidades de quienes la conforman, puesto que, si no se toma en cuenta, los marcos institucionales pueden ser transgresores de otros.

Ilustración 6.

Modelo de Cuádruple Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Bares (2018) y Padial *et al.*, (2019).

No obstante, es importante mencionar que, si bien, normalmente la cuarta Hélice presentada en la Ilustración 6 es la sociedad, éste puede cambiar de acuerdo a la aplicación que se esté dando al modelo, o de acuerdo la teoría propuesta por el autor en quien se base el modelo.

III.1.3. La Penta Hélice

La principal finalidad de la Penta Hélice es el promover la sustentabilidad a través de la generación de innovación avanzada y disruptiva, con la peculiaridad de que el gobierno brinda apoyos económicos al sector productivo y a la academia, lo que contribuye a la

creación, desarrollo y transferencia del conocimiento que se pueda reflejar de manera positiva en la sociedad, esto sin perder de vista que la principal finalidad y enfoque del modelo es hacia el cuidado del medio ambiente, siendo éste último factor el que se añade a los modelos y conforma el modelo de Penta Hélice, es decir, academia, empresa, gobierno, sociedad y medio ambiente (Orozco, 2019)

En la Ilustración 7 se presenta el modelo de Penta Hélice, el cual se compone por el gobierno, la academia, la industria, la sociedad y el medio ambiente, no obstante, estos dos últimos en ocasiones pueden variar, que si bien, son los más utilizados al implementar un modelo de Penta Hélice, estos se pueden ajustar de acuerdo a las necesidades del modelo.

Ilustración 7.

Modelo de Penta Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Khusniyah (2020) y Sudiana *et al.*, (2020).

III.1.4. La N-tuple Hélice

En algunos casos, las implementaciones de los modelos se realizan adaptando el modelo a las necesidades del entorno o del proyecto en el que se implementa, a lo que Leydesdorff

(2012), llamó la N-tuple Hélice, siendo estos todos aquellos que contenga cinco o más Hélices o también llamados actores.

De acuerdo con lo mencionado por el autor, se puede adaptar el modelo de Triple Hélice a un sinnúmero de Hélices de acuerdo a quiénes estén aplicando el modelo, es a lo que llama la N-tuple Hélice, la cual se representa en la Ilustración 8.

Ilustración 8.

Modelo de N-tuple Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Leydesdorff (2012).

En la Ilustración 8 se puede observar la Triple Hélice como base, conformada por el gobierno, la academia y la industria, aunado a la cuarta esfera que representa las Hélices elevadas a la N potencia, es decir, la N-tuple Hélice, lo cual quiere decir que dicha esfera puede representar una o más Hélices que se puedan agregar al modelo, así mismo, está representada por esferas interiores, dado que también se pueden llegar a presentar sub- Hélices en el modelo las cuales son dependientes de las otras Hélices.

Es fundamental mencionar que, de acuerdo con Leydesdorff (2012), este modelo es el menos recomendado, puesto que se debe proceder con cautela a la hora de agregar

cualquier Hélice al modelo base, puesto que es difícil estructurar una convergencia adecuada entre los actores, ya que puede que éstos no estén lo suficientemente preparados para generar una buena interacción, así mismo, recomienda apegarse al modelo de Triple Hélice, y tomar los otros factores como elementos inherentes a la aplicación del modelo.

III.1.5. Modelo base para la investigación

Si bien los modelos de Hélice han avanzado desde su surgimiento hasta la actualidad, es importante analizar que la base del trabajo de convergencia es la Triple Hélice, no obstante, la adaptación de dichos modelos a las necesidades ha permitido el replanteamiento de los modelos hasta llegar a la N-tuple Hélice, que son todos aquellos en los que se consideren 6, 7 o N número de actores en el modelo. Sin embargo, apegándose a la investigación y experiencia de Leydesdorf, así como algunas colaboraciones con Etzkowitz, quienes son los principales referentes teóricos de dichos modelos, es conveniente apegarse a una triple o máximo una Cuádruple Hélice, siendo esta última la más aceptada en tiempos modernos debido a la importancia de la participación de la sociedad.

De acuerdo con dichas teorías, y con sustento en el mismo análisis teórico, así como en el desarrollo empírico presentado en el capítulo IV de la presente, se considerará como base del presente estudio, el modelo de Triple Hélice propuesto por Leydesdorf (2012), en el que se contempla a universidad, la industria y el gobierno como actores claves, misma que sirve como sustento a las variables planteadas (las cuales pueden observarse en la Ilustración 1 del apartado I.10. que lleva por nombre “I.10. Identificación de variables” de la presente investigación).

III.2. Teorías de economía y desarrollo

Existe una gran diversidad de teorías que a lo largo de la historia se han desarrollado, implementado, mejorado o desechado para generar desarrollo en las naciones o en las regiones, mismas que han surgido de acuerdo a las necesidades y escenarios posibles hasta ese momento, no obstante, la mayoría de las teorías implementadas en la actualidad apuntan hacia la gestión del desarrollo a través de desarrollo industrial y/o a través del desarrollo de innovación y tecnología.

La principal finalidad de las teorías de desarrollo regional es coadyuvar en la comprensión y explicación de las disparidades económicas, espaciales y sociales que existen

en las regiones dentro de un país, estado, o incluso entre países, así mismo, ayudan a identificar cuáles son los factores y cómo estos afectan en los patrones de desarrollo regional, ofreciendo retroalimentación para la promoción de crecimiento equilibrado y sostenido entre regiones.

Una de las mejores maneras de gestionar el avance tecnológico y el desarrollo industrial es a través de la I+D. La aplicación de la I+D ha permitido el desarrollo de nuevos productos que han derivado en avance tecnológico, y finalmente, en desarrollo industrial. La gestión de la innovación se ha llevado a cabo principalmente a través de políticas implementadas por el gobierno, aunado a la colaboración de los sectores que velan por la tecnología, la economía, el sector social, y que además se encargan de la gestión (Padmore & Gibson, 1998).

Para conocer más acerca economía y desarrollo se presentan en los apartados siguiente algunas de las teorías más relevantes para la presente investigación, algunas de ellas implementadas en naciones, otras en regiones, unas han tenido aplicabilidad en las economías asiáticas, europeas, norteamericanas y otras específicamente en los países latinoamericanos.

III.2.1. Teoría de la economía institucional

Las instituciones desempeñan un papel crucial en el desarrollo de una sociedad y la calidad de estas instituciones puede influir significativamente en el bienestar económico y social de la población. El desarrollo institucional implica cambios tanto en las instituciones formales (leyes, regulaciones, estructuras gubernamentales) como en las instituciones informales (normas sociales, valores, prácticas culturales).

En este mismo sentido, North (1994), menciona que la economía institucional es una corriente del pensamiento económico cuyas características difieren del pensamiento tradicionalista el desarrollo emanado de la oferta, la demanda, los precios y la competencia, sino que, busca la formación y evolución de los sistemas económicos entorno a las instituciones.

Aunado al tema en debate, el autor antes mencionado afirma que las instituciones son quienes ponen “las reglas del juego en una sociedad” a través de la estructuración de interacciones humanas, las cuales afectan significativamente el comportamiento económico. Así mismo, examina que los cambios institucionales impactan directamente en el desempeño económico de la sociedad, y para ello es importante tener instituciones sólidas, ya sean las

formales, es decir, las leyes, las regulaciones y las estructuras gubernamentales, así como también, las informales, las cuales se forman por normas sociales, valores y costumbres. A su vez, proporciona una teoría de cambio institucional, en la cual se destaca la importancia de incentivos en los costos y los beneficios que deben mantener o cambiar las instituciones (North, 1994).

Por otro lado, de acuerdo con los trabajos realizados por Coase (1960, 1994), la economía institucional se basa en el crecimiento económico con un enfoque específicamente en las instituciones, que pueden ser leyes formales y normas informales, las cuales se deben entender como un sistema de reglas y normas que estructuran la interacción humana; así mismo, asevera que deben existir los costos de transacción, mismos que explican por qué existen las empresas y otras formas de organización económica, sustenta que las transacciones en el mercado pueden estar sujetas a costos de búsqueda, negociación y ejecución, puesto que las empresas surgen para minimizar los costos, además asevera que coordinar la actividad económica de manera interna, puede ser más eficiente que realizar transacciones en el mercado.

El mismo autor postuló un teorema en el que asevera que, en ausencia de costos de transacción, la asignación de recursos es eficiente independientemente de la distribución inicial de los derechos de propiedad, es decir que, si los costos de transacción son bajos o inexisten, las partes involucradas pueden negociar y llegar a acuerdos eficientes sin importar quién tenga los derechos iniciales. Las externalidades son efectos secundarios no deseados de las actividades económicas, cuando existen costos de transacción bajos, las partes afectadas por alguna externalidad pueden resolver el problema entre sí negociando, sin la necesidad de una intervención gubernamental. Finalmente es importante mencionar que la postura de Coase (1960, 1994), desafía la asunción de bajos o nulos costos de transacción de la visión neoclásica tradicional, sino que es importante comprender cómo las instituciones afectan las decisiones económicas y cómo los costos de transacción pueden influir en la estructura de las organizaciones.

La teoría de los costos de transacción propuesta por Williamson (1979), de manera similar a Coase, expone los costos de transacción como un elemento clave en su enfoque de la economía institucional. Estos costos, definidos como los gastos asociados con la definición, negociación y ejecución de acuerdos entre partes separadas, afirma que, influyen

en la elección entre realizar transacciones en el mercado o dentro de una organización (jerarquía).

Una de las contribuciones más destacadas de dicho autor se encuentra en su análisis de la gobernanza empresarial, donde propone una clasificación que distingue entre estructuras de mercado y jerarquía interna. La pregunta central que aborda es cómo llevar a cabo transacciones de manera más eficiente: a través del mercado (mediante compraventa) o dentro de una organización (mediante jerarquía). Además, introduce el concepto de contratos incompletos, argumentando que muchos contratos no pueden anticipar todas las contingencias futuras, lo que genera problemas de riesgo (Williamson, 1979).

De acuerdo con el autor anteriormente mencionado, la incompletitud de los contratos es, según él, una de las razones fundamentales de la existencia de empresas, ya que proporcionan un marco interno que permite la adaptación y la toma de decisiones en respuesta a cambios inesperados en el entorno económico. Asimismo, explora la noción de especificidad de los activos, que se refiere al grado en que un activo es valioso en un uso particular, y cómo esta especificidad afecta los costos de transacción. Finalmente, aborda problemas de selección adversa y riesgo moral en transacciones económicas, particularmente cuando los contratos son incompletos, destacando cómo estos problemas pueden dar lugar a decisiones basadas en información asimétrica o incentivos mal alineados (Williamson, 1979).

Una importante aportación a la teoría de la economía institucional es la realizada por Ostrom (1990), particularmente en el ámbito del manejo de bienes comunes y la gobernanza local. Su investigación desafió la perspectiva convencional que asocia los bienes comunes con la "tragedia de los comunes" sugiriendo que la sobreexplotación es inevitable debido a la falta de propiedad clara, así mismo, resaltó el papel crucial de las instituciones locales en la gestión sostenible de recursos compartidos, proponiendo enfoques innovadores que van más allá de la regulación externa y la privatización.

Uno de los conceptos fundamentales desarrollados por la autora es la "Teoría de los Bienes Comunes" que se centra en los "diseños institucionales" adoptados por comunidades para gestionar y conservar bienes comunes como pastizales y bosques. Además, introdujo los "polinomios de acción colectiva" una herramienta analítica que evalúa las condiciones bajo las cuales las comunidades pueden autogobernarse con éxito. Estos polinomios consideran factores como el tamaño del grupo, la homogeneidad de los usuarios y la capacidad de

comunicación para prever la capacidad de las comunidades para gestionar sus recursos. La autora también identificó principios de gobernanza clave, que incluyen la claridad en límites y reglas, la participación activa de los usuarios en la toma de decisiones, la sanción de infractores y mecanismos de resolución de conflictos (Ostrom, 1990, 2005).

Además, su concepto de "polietapismo" resalta la existencia de múltiples niveles de gobierno, desde el local hasta el internacional, y destaca la interconexión de estas instituciones para abordar los desafíos en la gestión de recursos compartidos. Enfatizando la heterogeneidad institucional, subrayó que no existe una solución única y que las instituciones efectivas pueden surgir de manera endógena en función de las circunstancias locales (Ostrom, 1990, 2005).

Por otra parte, pero no ajeno a lo anterior, es importante analizar el concepto de "politeísmo institucional" que destaca la coexistencia de múltiples sistemas de reglas y normas en una sociedad. Argumentó que, en entornos complejos, las comunidades tienden a desarrollar sistemas institucionales diversos y flexibles para abordar una variedad de problemas y desafíos. Además, abogó por el diseño cuidadoso de instituciones adaptadas a las circunstancias específicas de cada comunidad, respaldando la noción de que no hay un enfoque único y que las instituciones deben ajustarse a contextos locales (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).

El realizar énfasis en la autonomía local y la autogestión en la toma de decisiones refleja la creencia de que las comunidades tenían un conocimiento más profundo de sus propios problemas. Es trascendental la implementación de reglas y normas compartidas para regular el comportamiento humano y abogar por la descentralización del gobierno para facilitar una toma de decisiones más efectiva. La gestión de bienes comunes, desafiando la perspectiva pesimista de la "tragedia de los comunes" la cual propicia casos exitosos de autogestión comunitaria para evitar la sobreexplotación de recursos compartidos (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).

Por otro lado, Holmström (1979), realizó aportes importantes a la teoría de contratos, especialmente en situaciones de información asimétrica, explorando cómo diseñar contratos para alinear incentivos y motivar comportamientos deseados.

Una de las áreas clave de su investigación ha sido la compensación y el desempeño de ejecutivos en empresas, donde el diseño de sistemas de compensación juega un papel

esencial en la alineación de intereses entre ejecutivos y accionistas en entornos institucionales, como grandes corporaciones. Además, sus contribuciones se extienden a cuestiones cruciales en la asignación de responsabilidades y la gestión del riesgo moral mediante la estructuración de contratos. En el ámbito de la gobernanza corporativa, su trabajo también ha dejado una marca, examinando cómo se pueden configurar los contratos y las relaciones internas de una empresa para garantizar eficiencia y prevenir conflictos de interés (Holmström, 1979, 1982).

Aunado a lo anterior, ha profundizado en la complejidad de los contratos incompletos y la ambigüedad contractual, explorando cómo estas características pueden manejarse de manera efectiva para adaptarse a diversas situaciones. Estas investigaciones tienen importantes implicaciones en la forma en que las instituciones y las organizaciones abordan la incertidumbre y la complejidad en sus dinámicas internas. Aunque su enfoque ha sido específico en la teoría de contratos, las valiosas lecciones extraídas de su trabajo son esenciales para enriquecer nuestra comprensión más amplia de la economía institucional y cómo estas estructuras configuran las relaciones económicas (Hart & Holmström, 2008; Holmström, 2016).

III.2.3. Teoría del desarrollo institucional

El desarrollo institucional tiene como finalidad principal la gestión de mejoras en las instituciones gubernamentales, sociales y privadas dentro de una sociedad, con el objetivo en común de promover el crecimiento económico, social y político de la región en que se desempeña, siempre en pro de la sostenibilidad. Lo anterior se logra principalmente a través de interacciones estructuradas que generen entornos propicios para dicho desarrollo.

Es importante recordar que, de acuerdo con la Agenda 2030 de la ONU (2018), en la gestión del desarrollo institucional es de vital importancia contemplar los aspectos del estado de derecho, a través de los cuales se debe velar por un sistema legal eficaz y eficiente, los cuales proporcionen un marco para la resolución de conflictos y garanticen la protección de derechos y propiedades.

De acuerdo con lo propuesto por North (1993), las instituciones son las que imponen “reglas del juego”, puesto que estas son las que estructuran los incentivos en la interacción humana, ayudan en la reducción de la incertidumbre y es de estas mismas que depende el desempeño económico de las instituciones y la sociedad misma.

La evolución histórica del desarrollo institucional podría explicar el por qué algunas economías prosperan mientras otras se estancan, ya que las instituciones no siempre operan de manera eficiente, sino que estas pueden operar durante décadas con estructuras que limitan su crecimiento. En ese sentido, el cambio institucional generalmente se da de manera incremental y depende de la correcta interacción entre instituciones y organizaciones, lo cual, determina las trayectorias que pueda tomar el desarrollo de cada sociedad (North, 1993, 1994).

En sus diversas propuestas planteadas por North (1981, 1993, 1994), menciona que la importancia de la dependencia de la trayectoria histórica, señalando que las decisiones pasadas condicionan las oportunidades presentes y futuras. Postula que los derechos de propiedad, las normas sociales y los marcos legales no son neutrales, sino que configuran los costos de transacción y las posibilidades de inversión, por lo que, un buen entramado institucional que sea sólido podría reducir dichos costos y favorecer la eficiencia productiva, mientras que las instituciones débiles o capturadas por instituciones más grandes, suelen presentar tendencias de reproducción de desigualdades, lo cual, frenar el desarrollo.

Por su parte, Ostrom (1988; 1990, 2005), complementa la visión de desarrollo institucional anteriormente explicada, a través de una perspectiva de gobernanza policéntrica, en la cual destaca que las instituciones no deben ser entendidas únicamente desde el gobierno, sino que también desde la capacidad que tienen las comunidades para generar reglas colectivas que gestionen recursos comunes de una manera sostenible. Los resultados de sus investigaciones muestran que la cooperación y la auto organización local pueden resultar más efectivas que los modelos centralizados, siempre y cuando existan mecanismos de confianza, monitoreo y sanción. En ese sentido, la participación ciudadana y la construcción de instituciones inclusivas se consideran esenciales para poder enfrentar problemas como la corrupción y la sobreexplotación de recursos, con lo cual se puede fortalecer la resiliencia social y económica.

Las consideraciones antes mencionadas tienen implicaciones políticas trascendentales, pues orientan a los responsables de las políticas públicas hacia la creación y consolidación de marcos institucionales sólidos que promuevan la eficiencia económica, que garanticen la equidad y que contribuyan a la estabilidad social. Aunado a lo anterior, el papel de las instituciones resulta decisivo para comprender las dinámicas del desarrollo, ya que

condiciona tanto las oportunidades de crecimiento como las posibilidades de transformación estructural de las economías (North, 1981, 1993, 1994; Oakerson & Ostrom, 1988; Oakerson & Ostrom, 1988; Ostrom, 1990, 2005).

III.2.4. Teoría sobre la globalización de la producción

Es una teoría que habla acerca de la descentralización de la producción tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, y se postula que se realice bajo el creciente control centralizado y que sea coordinado por las compañías transnacionales, lo que fomenta una mayor interdependencia internacional que aumente la influencia de las empresas sobre los gobiernos y sobre la fuerza laboral de las localidades (Gereffi, 1989).

En este mismo sentido, Wallerstein (1974), menciona que esta teoría analiza cómo las empresas y las economías se integran a nivel mundial en la producción y distribución de bienes y servicios. Así mismo, menciona que se relaciona estrechamente con el proceso de globalización económica, que ha llevado a un aumento significativo en la interconexión y la interdependencia de las economías a nivel internacional, además, es importante que se consideren los siguientes aspectos:

La globalización ha transformado profundamente la manera en que las empresas organizan su producción, impulsando la deslocalización hacia regiones que ofrecen ventajas económicas y competitivas. Este fenómeno implica trasladar parcial o totalmente procesos productivos a distintos países, con el objetivo de aprovechar costos laborales más bajos, acceso privilegiado a recursos naturales o la cercanía a mercados de gran tamaño. Como resultado, la producción se distribuye estratégicamente en diferentes territorios, generando un entramado de interdependencias que se refleja en las cadenas de valor globales, donde cada país aporta una parte específica del proceso productivo.

En este contexto, las naciones buscan preservar y potenciar sus ventajas comparativas y competitivas, explotando sus recursos naturales, las capacidades de su fuerza laboral y el nivel de desarrollo tecnológico disponible. La especialización se convierte en un mecanismo clave para insertarse en estas cadenas globales, mientras que el uso de las TIC actúa como un catalizador que facilita la coordinación y gestión de operaciones internacionales. Gracias a las TIC, empresas de distintos países pueden interactuar de manera ágil, compartir información en tiempo real y optimizar la logística de sus procesos.

Sin embargo, este escenario no está exento de desafíos y consecuencias. La globalización genera oportunidades de crecimiento y atracción de inversión extranjera, pero también expone a los países a riesgos asociados con la competencia laboral, la precarización del empleo y el aumento de las desigualdades económicas. Estas tensiones pueden limitar la capacidad de ciertos territorios para integrarse de manera equitativa en los flujos globales, evidenciando que la globalización, más allá de sus beneficios, plantea retos estructurales que requieren políticas públicas sólidas y estrategias de desarrollo inclusivas.

Derivado de lo anterior, se puede decir que la teoría sobre la globalización de la producción explora cómo las empresas y las economías se integran a nivel mundial en la producción y distribución de bienes y servicios. Este proceso ha llevado a la creación de cadenas de valor globales y ha sido impulsado por ventajas comparativas, avances tecnológicos y la búsqueda de eficiencia y competitividad. Sin embargo, también presenta desafíos y consecuencias que deben ser abordados para lograr un desarrollo más equitativo y sostenible a nivel global (Wallerstein, 1974).

III.2.6. Teoría de desarrollo local

La teoría del desarrollo local, también conocida como desarrollo comunitario o regional, es un enfoque multidisciplinario que se enfoca en fomentar el progreso económico, social y ambiental a nivel local o regional. Algunos de los principales exponentes de dicha teoría son Albuquerque (2004) y Vázquez (2001), quienes postulan que la teoría tiene como objetivo empoderar a las comunidades y regiones para identificar sus fortalezas, recursos y desafíos únicos e implementar estrategias para lograr el desarrollo sostenible, para ello, es primordial contemplar los siguientes factores:

El desarrollo local se fundamenta en un enfoque de abajo hacia arriba, donde las iniciativas y estrategias se diseñan e implementan con la participación activa de los actores locales. Este planteamiento reconoce la importancia del conocimiento, las aspiraciones y las preferencias de la comunidad en la definición de prioridades, lo que permite construir proyectos más legítimos y sostenibles. En este marco, la teoría del desarrollo local enfatiza el aprovechamiento de los recursos y capacidades endógenos, tales como el capital humano, los recursos naturales, el patrimonio cultural y las empresas locales, privilegiando la potenciación de activos propios frente a la dependencia exclusiva de inversiones externas.

La efectividad de estas iniciativas depende en gran medida de la colaboración entre múltiples partes interesadas, incluyendo autoridades gubernamentales, organizaciones comunitarias, actores del sector privado, instituciones académicas y residentes. Estas alianzas favorecen la toma de decisiones colectiva y la movilización de recursos, al tiempo que incorporan los principios del desarrollo sostenible, garantizando que las acciones sean ambientalmente responsables, socialmente inclusivas y económicamente viables en el largo plazo. Asimismo, el desarrollo local busca fortalecer las capacidades institucionales y humanas de las comunidades, mediante la formación de habilidades, la transferencia de conocimientos y el diseño de estructuras organizativas que permitan gestionar proyectos de manera eficaz.

Otro elemento clave es la implementación de estrategias basadas en el lugar, adaptadas a las características y necesidades específicas de cada territorio. Este enfoque reconoce que no existen soluciones universales y que las intervenciones deben responder al contexto particular. En este sentido, la diversificación económica se convierte en un mecanismo esencial para reducir la vulnerabilidad frente a crisis externas, mientras que el crecimiento inclusivo asegura que los beneficios del desarrollo lleguen a todos los miembros de la comunidad, incluyendo grupos vulnerables y marginados.

Finalmente, el desarrollo local otorga un valor estratégico a la identidad territorial, al preservar y potenciar los bienes culturales, históricos y naturales que distinguen a cada región. Esta identidad no sólo fortalece el sentido de pertenencia y orgullo local, sino que también se convierte en una fuente de ventaja competitiva en un entorno globalizado.

Las teorías y prácticas de desarrollo local han cobrado protagonismo como respuesta a los desafíos planteados por la globalización y las estrategias de desarrollo centralizadas. Ofrecen un modelo alternativo que prioriza el empoderamiento, la sostenibilidad y la autodeterminación de la comunidad, fomentando comunidades y regiones resilientes y prósperas (Alburquerque, 2004; Vázquez, 2001).

III.2.7. Teoría de desarrollo endógeno

La teoría del crecimiento endógeno surge como respuesta a las limitaciones de la teoría neoclásica, la cual no lograba explicar de manera convincente tres fenómenos centrales: las diferencias persistentes en las tasas de crecimiento entre países, el papel de la innovación en

la productividad y la incapacidad de los modelos tradicionales para sostener el crecimiento a largo plazo.

La teoría del desarrollo endógeno fue cimentado por autores como Romer (1986b; 1990), Lucas (1988), Barro (1990) y Rebelo (1991), quienes plantearon que el progreso económico no depende únicamente de factores externos, sino de decisiones internas relacionadas con la acumulación de conocimiento, capital humano y estructuras institucionales que favorecen la innovación. Mismos que se basaron en los antecedentes postulados por Arrow (1962), quien introdujo la noción de aprendizaje mediante la práctica, y por Frankel (1962), quien destacó la importancia de las externalidades en la producción.

Es en ese sentido que, Romer (1986b; 1990), enfatizó que el conocimiento es un bien no rival y con rendimientos crecientes, lo que permite que las inversiones en investigación y desarrollo generen efectos multiplicadores en toda la economía. Lucas (1988), por su parte, subrayó el papel del capital humano, argumentando que la educación y la capacitación incrementan la productividad de manera acumulativa y sostenida. Mientras que, Barro (1990) y Rebelo (1991), complementaron esta visión al señalar que las políticas públicas y la inversión en infraestructura institucional pueden crear condiciones favorables para que las economías mantengan tasas de crecimiento positivas en el largo plazo. De esta manera, la teoría endógena coloca a la innovación, la educación y las instituciones en el centro del análisis económico.

Por otro lado, investigaciones más recientes, como la de Ramírez (2006), considera que el verdadero potencial de la integración económica internacional depende de la capacidad de los países para construir marcos institucionales y jurídicos que favorezcan la innovación, el fortalecimiento del capital humano y la distribución equitativa de los beneficios.

Contemplando esa postura, se considera que la globalización no debe ser vista como un fenómeno neutral, sino como un escenario donde las decisiones políticas y legales determinan si se consolida un modelo inclinado hacia los intereses de élites financieras o si se orienta hacia un desarrollo que sea incluyente y sostenible. La aplicación de los principios de la teoría endógena permite replantear la relación entre crecimiento económico y justicia social, destacando que las naciones que invierten en conocimiento, educación y capacidades locales logran un crecimiento más sólido y resiliente frente a los desafíos globales (Ramírez, 2006).

Por otra parte, menciona Vázquez (2007), que la teoría del desarrollo endógeno o también conocida como teoría del crecimiento endógeno, enfatiza el papel crítico de los factores internos, los recursos y las capacidades dentro de un país o región para impulsar el crecimiento económico y el desarrollo. A diferencia de las teorías de crecimiento tradicionales que se centran en factores externos, como la acumulación de capital y las transferencias tecnológicas, esta perspectiva sostiene que la capacidad de un territorio para innovar, invertir en capital humano y crear conocimiento es fundamental para su progreso económico a largo plazo.

En este contexto, la creación de conocimiento y la innovación se consideran motores esenciales del crecimiento económico. La inversión en investigación y desarrollo, los avances tecnológicos y la educación constituyen pilares que impulsan la productividad y la competitividad de las economías. El capital humano adquiere un papel central, ya que la formación y capacitación orientadas a la mejora de la competitividad, la productividad y la innovación son la base para generar procesos de desarrollo sostenibles y dinámicos (Boisier, 2004; Vázquez, 2007).

Un concepto clave dentro de esta teoría es el de “aprender haciendo”, que plantea que tanto empresas como trabajadores, al acumular experiencia en la producción de bienes y servicios, incrementan su eficiencia y capacidad innovadora con el tiempo. Este proceso se ve reforzado por externalidades positivas, como las inversiones en educación, que no sólo benefician a los individuos, sino que también elevan el nivel general de conocimiento y productividad de la sociedad. Asimismo, el espíritu empresarial y la existencia de instituciones de apoyo son reconocidos como factores esenciales, pues la creación de nuevos negocios y oportunidades laborales depende de marcos institucionales que favorezcan la innovación y la competitividad (Vázquez, 2009).

Desde la perspectiva territorial, Boisier (2004), advierte que el desarrollo no puede imponerse desde el centro hacia la periferia, sino que debe surgir de las propias capacidades locales. En este sentido, el desarrollo endógeno se vincula con la descentralización, entendida no sólo como una reforma administrativa, sino como un cambio cultural que habilita a las comunidades a gestionar sus recursos y diseñar estrategias acordes con sus realidades. La descentralización, cuando se articula con la innovación y el conocimiento, permite que los

territorios sean quienes construyen su propio destino, fortaleciendo la cohesión social y la democracia.

Así mismo, Boisier (1970), señala que las estrategias de desarrollo basadas exclusivamente en la polarización industrial han generado desequilibrios territoriales y dependencia de los centros urbanos más dinámicos. Frente a ello, el desarrollo endógeno propone superar la lógica de polos aislados mediante la construcción de redes locales de innovación y cooperación, capaces de internalizar los beneficios del crecimiento y distribuirlos de manera más equitativa en el territorio. Esta visión refuerza la idea de que el progreso tecnológico no es un fenómeno exógeno, sino el resultado de decisiones deliberadas en materia de inversión en investigación y acumulación de conocimientos.

El desarrollo endógeno incorpora además los principios de sostenibilidad, al reconocer la necesidad de equilibrar el crecimiento económico con la conservación ambiental y el bienestar social. En ese mismo sentido, las estrategias basadas en el lugar cobran relevancia, ya que se adaptan a las fortalezas y desafíos específicos de cada región, aprovechando sus activos únicos para impulsar el desarrollo. La colaboración entre empresas, instituciones de investigación y gobiernos locales se convierte en un elemento decisivo, pues facilita el intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnología y el aprendizaje mutuo, creando un entorno propicio para la innovación sostenida (Boisier, 2004).

La relevancia de estos modelos radica en que ofrecen una explicación más realista de las dinámicas de desarrollo, al reconocer que las economías no crecen de manera automática ni uniforme, sino que dependen de decisiones estratégicas y de la capacidad de generar conocimiento y aplicarlo productivamente. Además, al incorporar la idea de externalidades positivas, como las derivadas de la educación y la investigación, la teoría endógena muestra cómo el crecimiento puede ser sostenido si se fomenta un entorno institucional que reduzca costos de transacción y estimule la cooperación entre actores económicos. En consecuencia, esta perspectiva no sólo corrige las limitaciones de la teoría neoclásica, sino que también ofrece un marco para diseñar políticas orientadas a fortalecer el capital humano, la innovación y la gobernanza como pilares del desarrollo económico sostenible (Arrow, 1962; Barro, 1990; Boisier, 1970, 2004; Frankel, 1962; Lucas, 1988; Rebelo, 1991; Romer, 1986b, 1990; Vázquez, 2009, 2007).

III.2.9. Falacias del desarrollo

A pesar de que existe una gran diversidad de teorías del desarrollo, existen algunas falacias de manera general que se analizan para lograr una objetividad en la aplicación de las teorías.

La primera falacia hace referencia a la idea de que existe una sola causa explicativa para el subdesarrollo, la cual se buscaba atender por parte de los gobiernos con estrategias de aumento al ahorro, el crecimiento del comercio internacional, el fomento del emprendimiento empresarial, entre otros.

La segunda falacia refiere a la manipulación de la información estadística, así como de los indicadores y el acceso o participación igual de la población en dichos indicadores.

La tercera falacia es aquella de que existe un desarrollo lineal, puesto que los modelos no contemplan los entornos previamente existentes a la hora de realizar cálculo de las regiones, es decir, no todos cuentan con el mismo desarrollo, no parten del mismo nivel (Adelman, 2008; Arcos, 2008).

III.3. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la teoría económica y de desarrollo para las variables de la investigación

El capítulo III aborda los modelos de Hélice como marcos teóricos y prácticos para comprender la interacción entre actores clave en el desarrollo económico e industrial. Se destacan la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice, la Penta Hélice y la N-tuple Hélice, enfatizando que la primera constituye la base conceptual de las demás.

La Triple Hélice, propuesta por Etzkowitz (2002), plantea la colaboración entre universidad, industria y gobierno en tres dimensiones: la acción individual de cada actor, la influencia bilateral y la creación de redes trilaterales.

La Cuádruple Hélice, planteada por Leydesdorff (2012), amplía este enfoque al incluir a la sociedad como agente fundamental, mientras que la Penta Hélice incorpora la dimensión ambiental como eje de sostenibilidad (Khusniyah, 2020; Orozco, 2019).

Finalmente, la N-tuple Hélice reconoce la posibilidad de integrar múltiples actores, aunque con cautela debido a la complejidad de su articulación (Leydesdorff, 2012).

El capítulo también revisa teorías económicas que sustentan la aplicación de estos modelos, como la economía institucional, la teoría de los costos de transacción y la teoría del desarrollo institucional. North (1981, 1993, 1994) subraya que las instituciones son las

“reglas del juego” que estructuran incentivos y condicionan el desempeño económico, mientras que Coase (1960, 1994) y Williamson (1979), destacan el papel de los costos de transacción en la eficiencia de las organizaciones. Ostrom (1990, 2005). complementa esta visión al demostrar que la gobernanza policéntrica y la autogestión comunitaria pueden ser más efectivas que los modelos centralizados en la gestión de recursos comunes. Estas aportaciones permiten comprender cómo los marcos institucionales influyen en la innovación, la competitividad y la sostenibilidad.

Este capítulo ofrece una visión integral que vincula los modelos de Hélice con teorías económicas contemporáneas, mostrando que la innovación y el desarrollo industrial requieren tanto de la interacción entre actores como de instituciones sólidas y adaptativas. La convergencia entre universidad, industria y gobierno, se presenta como un camino viable para enfrentar los retos de la globalización y promover un desarrollo inclusivo y sostenible, siendo clave en dicho proceso que se tome en cuenta a la sociedad y, al mismo tiempo, que el cuidado del medio ambiente se erija como una condición ineludible.

Es así como se puede concluir que los modelos de Hélice constituyen herramientas analíticas y prácticas para fomentar la innovación y el desarrollo industrial. La Triple Hélice se mantiene como el modelo base, mientras que la Cuádruple y la Penta Hélice reflejan la necesidad de incluir a la sociedad y al medio ambiente en los procesos de desarrollo.

La teoría institucional demuestra que el desempeño económico depende de la calidad de las instituciones y de su capacidad para reducir la incertidumbre y los costos de transacción (North, 1993; Williamson, 1979). En este sentido, la interacción entre instituciones y organizaciones define las trayectorias de crecimiento y desarrollo.

La perspectiva de Ostrom (1990, 2005), aporta un enfoque complementario al destacar la importancia de la gobernanza policéntrica y la autogestión comunitaria, lo que refuerza la idea de que el desarrollo institucional no debe depender exclusivamente del Estado, sino también de la capacidad de las comunidades para generar reglas colectivas.

Es así, que el contenido del capítulo evidencia que la innovación y el desarrollo industrial requieren tanto de la cooperación entre actores como de marcos institucionales sólidos y flexibles, siendo así los modelos de Hélice, una herramienta pertinente para el fortalecimiento de estos enfoques en un contexto globalizado y orientado hacia la sostenibilidad.

Capítulo IV

Desarrollo empírico de los modelos de Hélice

Introducción al capítulo

El presente capítulo expone los desarrollos empíricos relacionados con la aplicación de los modelos de Hélice, sustentados en una recopilación minuciosa de investigaciones realizadas por diversos autores en distintos contextos nacionales y regionales.

La revisión se organiza en cuatro apartados principales: en primer lugar, se presentan los estudios vinculados al modelo de Triple Hélice, seguido de aquellos que abordan la Cuádruple Hélice, posteriormente los referentes a la Penta Hélice, y finalmente los análisis asociados a la N-tuple Hélice. A partir de esta estructura, se presenta un análisis comparativo de los estudios de caso, sistematizados en la Tabla 2, lo que permite conformar el estado del arte de la presente investigación.

La organización del capítulo busca no sólo describir la evidencia empírica disponible, sino también identificar patrones comunes, diferencias significativas y aportaciones específicas de cada modelo en la generación de innovación y desarrollo industrial. En este sentido, el análisis de los estudios recopilados permite reconocer tanto los avances como las limitaciones de las distintas aproximaciones, ofreciendo insumos para la construcción de una postura crítica frente a la literatura existente.

Finalmente, el capítulo culmina con un resumen crítico que establece la coherencia entre los hallazgos empíricos y el marco teórico previamente desarrollado, preparando el terreno para el contraste metodológico y econométrico en los apartados posteriores.

IV.1. Investigación inherente al modelo de Triple Hélice

En España se han desarrollado investigaciones que han sentado bases en análisis cuantitativos y son trascendentales entorno a la Triple Hélice. En particular, Luengo y Obeso (2013), examinaron las variables impacto económico respecto al porcentaje de innovaciones, actividades de innovación de proveedores, competidores, universidad, consultores,

laboratorios e institutos privados, concluyeron que los resultados de la innovación dependen en gran medida de la importancia que dan los directivos de la empresa, a la información proporcionada por cualquiera de los vértices de la Triple Hélice.

Del mismo modo, en México se han llevado a cabo estudios cualitativos que profundizan en las motivaciones y barreras de la vinculación. Sarabia (2016), mediante un análisis de casos acompañado de una revisión bibliográfica, identificó como variables más importantes las motivaciones, las vinculaciones, las empresas, las políticas públicas, los investigadores y las universidades, obteniendo como resultado que la vinculación entre entes es difícil, más aún si no se contempla motivaciones y barreras presentes.

En una vertiente más prospectiva, Laines *et al.* (2022), abordaron la Triple Hélice bajo un método de corte exploratorio y descriptivo, acompañado de una revisión bibliográfica, en el cual las variables que identificaron fueron los objetivos, los retos y desafíos, la fábrica inteligente y las tecnologías habilitadoras de la op, en la cual concluyeron que es indispensable el diseño de políticas públicas que fomenten la Investigación más Desarrollo (I+D) a través del modelo de Cuádruple Hélice enfocado a la industria 4.0 con las características de fomentar la sustentabilidad y sostenibilidad con el entorno.

Otra línea de investigación en México ha cuantificado los determinantes de la cooperación intrainstitucional. Mediante un estudio transversal-descriptivo, Sapién *et al.* (2015), seleccionaron la interacción como variable, y obtuvieron como resultado que la certificación y competencias académicas, laborales, y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fortalecen el modelo de Triple Hélice para la generación de innovación basada en el conocimiento.

La experiencia costarricense aporta una perspectiva regional centroamericana. Chang (2010), a partir de una revisión bibliográfica, utilizando como variables el cambio tecnológico, la cooperación y las alianzas, obtuvo como resultado que las relaciones de vinculación se deben concretar en acciones y proyectos que satisfagan tanto las necesidades de la universidad, de la empresa y de la I+D que presentan las organizaciones.

En Inglaterra y Estados Unidos (EE. UU.), Gutiérrez *et al.* (2022), emplearon el método de revisión de patentes y la metodología para medir la incertidumbre propuesta por Leydesdorff, Park y Lengynel, para los cuáles usaron las variables inversión, creatividad, universidad, industria, gobierno, universidad/industria, universidad/gobierno,

industria/gobierno y universidad/industria/gobierno, del cual derivó como resultado que la comparación de entropías es útil para conocer la vinculación de Triple Hélice.

Continuando con los análisis latinoamericanos, en una investigación realizada en Colombia por Múnera *et al.* (2008), se utilizó el método de revisión de tres niveles entorno al papel de las instituciones, las dinámicas inter organizacionales y las redes de precepciones interpersonales acerca de las posibilidades de una economía del conocimiento en sus propios sectores, donde identificaron como variables la calidad regulatoria, la ausencia de barreras al comercio y el cumplimiento de la ley, la productividad y la competitividad, obteniendo como resultado que la falta de vinculación y comunicación entre los sectores independientes ha provocado que a pesar de la disposición y buenas intenciones por generar Investigación más Desarrollo (I+D) a través de modelos de Hélices, se rezaguen las actividades derivado de la mala gestión en los tres sectores.

Un acercamiento a entornos subnacionales de México se dio con López (2021), mismo que utilizó el método de estudio de casos, en la cual identificó como variables la inversión en desarrollo científico y tecnológico, y obtuvo como resultado que los parques de innovación tecnológica proporcionan ventajas competitivas a través de la generación de productividad científica.

La vinculación basada en TIC fue el foco Torres (2019), quien en Chile implementó el método de revisión bibliográfica, planteó como variable dichas bases de vinculación, obteniendo como resultado que el uso de las TIC es indispensable para la vinculación e interacción entre actores.

De igual manera que en el primer caso presentado al principio de este apartado, en España, González (2009), realizó una investigación bajo el método de revisión bibliográfica en el que identificó como variables la intervención pública, las causas y efectos de las innovaciones, especialmente aquellas basadas en el conocimiento, de lo cual obtuvo como resultado que la Triple Hélice contribuye a la solución de problemas medioambientales y social, sin embargo, debe ser adaptada de acuerdo a las circunstancias.

En el contexto de Iberoamérica, y más concretamente en Brasil, Klein y Pereira (2021), indagaron cómo las revoluciones académicas y los modelos de universidades emprendedoras configuran espacios de innovación. Su revisión bibliográfica reveló que la

figura de la universidad emprendedora resulta clave para generar y apoyar cambios productivos que impulsen el desarrollo económico regional.

Profundizando en el entorno mexicano, Ponce y Güemes (2017), combinaron un análisis bibliográfico con la metodología *Serviceable Available Market* (SAM, por sus siglas en inglés) para evaluar los determinantes de la vinculación universidad-industria-gobierno. Al centrar sus variables en los recursos humanos, los recursos financieros y la infraestructura, concluyeron que identificar estos factores esenciales permite diseñar los cambios internos y estructurales necesarios para fortalecer las interacciones colaborativas.

Uno de los principales autores de los modelos de Hélice, Etzkowitz (2003), aplicó una revisión bibliográfica respaldada por décadas de experiencia para demostrar cómo la interacción entre universidad, gobierno e industria constituye un marco flexible que guía el desarrollo económico y social basado en la generación y aplicación del conocimiento.

Desde una perspectiva académica norteamericana, Yang *et al.* (2021), abordaron en Stanford la relevancia de las “unidades interdisciplinarias intrauniversitarias” mediante un estudio exploratorio. Sus hallazgos subrayan que dichas estructuras, al velar estratégicamente por el financiamiento y la revisión del sector académico, desempeñan un papel determinante en la transferencia de conocimiento y la generación de innovación.

Ampliando el análisis del entorno universitario mexicano, Castillo *et al.* (2015), bajo el método de revisión bibliográfica, implementaron usaron las variables entes híbridos entre sociedad, universidad, gobierno y empresa, y con base en sus resultados propusieron que se debe crear un centro de investigación con características de participación, constitución y financiamiento híbridas.

En una investigación realizada en Corea del Sur y Países Bajos por Park *et al.* (2005), investigaron la colaboración Triple Hélice en Corea del Sur y Países Bajos empleando una triangulación de indicadores webométricos, scientométricos y technométricos, para lo cual, posterior a su análisis de resultados, recomendaron que se deben implementar políticas que impulsen la cooperación y la innovación basada en conocimiento.

El presente apartado resume varios estudios de investigación realizados por diferentes autores en diferentes países, centrándose en la teoría de la Triple Hélice y su impacto en la innovación y el desarrollo. Cada estudio identifica y examina varias variables relacionadas con el modelo de Triple Hélice, incluidos factores como el papel de la academia, el gobierno

y la industria, las motivaciones, las barreras, los incentivos y el uso de la tecnología. Los estudios enfatizan la importancia de la colaboración y cooperación entre estas entidades para fomentar la innovación y el crecimiento económico. El modelo de Triple Hélice es visto como un marco flexible y estratégico para orientar el desarrollo económico y social basado en el conocimiento y la innovación.

IV.2. Investigación inherente al modelo de Cuádruple Hélice

Existen numerosas investigaciones en las que se analizaron los modelos de triple y Cuádruple Hélice en conjunto. Continuando con el análisis de la tabla que se analizó en el apartado anterior, se presenta a continuación el análisis de las investigaciones inherentes al modelo de Cuádruple Hélice, para lo cual se presenta primeramente la realizada en México por Palacios (2020), bajo la metodología no experimental, cuantitativa, transversal y exploratoria, para el cual se utilizó como instrumento de medición un cuestionario, del cual se obtuvo como resultado que la vinculación del gobierno, las cámaras empresariales y la academia es indispensable para una eficiente preparación del capital humano enfocado a la generación de innovación y desarrollo de tecnología.

Continuando con el contexto anterior, en El Salvador, Rivera y Alfaro (2018), analizaron ambos modelos de Hélice, para lo cual utilizaron una metodología de análisis de redes sociales, en el cuál contemplaron variables como las alianzas estratégicas, la sostenibilidad, el cumplimiento de metas y el trabajo colaborativo, del cual obtuvieron como resultado que ambos modelos implican construcciones sociales a lo largo del tiempo donde la confianza mutua constituye un componente fundamental para el trabajo cooperativo.

Procediendo con las investigaciones alusivas directamente a la Cuádruple Hélice, se presenta la investigación desarrollada en España por Urra (2017), bajo el método de planteamiento teórico, las evidencias empíricas, la opinión de expertos y su experiencia personal, quien utilizó como variable la esperanza de vida al nacer, la tasa de alfabetización de adultos, la tasa de escolaridad bruta combinada y el PIBpc real, en el cual obtuvo como resultado que la integración de las comunidades en el modelo de la Cuádruple Hélice es crucial para generar innovación social y desarrollo integral.

Una aportación importante realizada en México, una de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), es la postulada por González *et al.* (2020), que bajo la metodología cualitativa - exploratoria a través de

entrevistas, utilizaron como variables la transferencia de I+D y, la intención empresarial, de lo cual concluyeron que el gobierno federal y la sociedad civil cumplen un rol fundamental como impulsores del emprendimiento tecnológico.

Procediendo a los análisis latinoamericanos, en Colombia, Sepúlveda (2020), realizó una investigación bajo un método de recorrido epistemológico de los modelos económicos de innovación para centrar su atención analítica y reflexiva en un modelo de Cuádruple Hélice, en el cual identificó como variables los negocios, las administraciones públicas, la investigación y la sociedad civil, del cual obtuvo como resultado que 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.

Mientras tanto, en Europa, más específicamente en España, Padial (2019), realizó una investigación bajo el método de investigación-acción: con meta síntesis cualitativa a través de la aplicación de encuestas, de grupos focales y de foros, en el cual las variables que implementó fueron la de empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar, obteniendo como resultado que la ciudadanía y las instituciones apuestan por la cooperación, la alianza estratégica, la delegación de poder y el control ciudadano.

Finalmente, también en España, bajo un enfoque en la región de Barcelona, Bares (2018), realizó una investigación de estudios de caso de Cuádruple Hélice bajo el método , en los cuales se evalúa la innovación, definiendo como variables la competencia laboral, las capacidades innovadoras y la detección temprana de talentos en los estudiantes, concluyendo que la industria y las universidades, deberían estar relacionadas con otro nivel educativo, como son los centros de formación profesional.

En conclusión, varios estudios de investigación han explorado los modelos de triple y Cuádruple Hélice, centrándose en la colaboración entre el gobierno, las empresas, la academia y la sociedad para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Estas investigaciones destacan la importancia de la confianza, las alianzas estratégicas y los esfuerzos cooperativos entre los diversos actores para lograr resultados exitosos. La integración de las comunidades y la promoción de la innovación social es fundamental en el modelo de Cuádruple Hélice. Además, la participación del gobierno y de la sociedad civil juega un papel fundamental en el apoyo al emprendimiento tecnológico. Para generar desarrollo es fundamental contar con la participación activa y la transferencia de

conocimiento entre las empresas, las administraciones públicas, las instituciones de investigación y la sociedad civil. Por otra parte, la cooperación, las alianzas estratégicas y el control ciudadano son favorecidos por las instituciones y los ciudadanos en España.

Finalmente, la implementación exitosa del modelo de Cuádruple Hélice requiere que la industria y las universidades colaboren con otros niveles educativos, como los centros de formación profesional, para fomentar la competencia laboral, las capacidades innovadoras y la detección temprana de talentos en los estudiantes. En general, estos estudios enfatizan la importancia de la colaboración y la integración entre diversos actores para impulsar la innovación y el desarrollo socioeconómico.

Así mismo, se destaca que existe un interés creciente en el modelo de Penta Hélice como marco para comprender y fomentar la innovación. La investigación realizada en algunos países como México e Indonesia destaca la importancia de considerar a los medios y otros actores además de los modelos tradicionales de triple y Cuádruple Hélice.

El modelo de Penta Hélice ofrece una perspectiva más integral sobre los ecosistemas de innovación y enfatiza la necesidad de sinergia y cooperación entre la academia, la industria, el gobierno, la sociedad civil y los medios para impulsar cambios socioeconómicos positivos. El número específico de actores considerados en el modelo N-tuple Hélice puede variar según el contexto y la complejidad del ecosistema de innovación que se esté estudiando. Permite a los investigadores y formuladores de políticas capturar una imagen más completa de las interacciones y dinámicas dentro del sistema de innovación e identificar oportunidades para una mayor colaboración y sinergia entre el conjunto diverso de actores involucrados.

IV.3. Investigación inherente al modelo de Penta Hélice

En el modelo de Penta Hélice existe literatura, aunque no tan basta como para el modelo de Triple Hélice, para lo cual se presentan algunos análisis como el de Martínez (2012), quien realizó en México una investigación bajo el método de la quinta Hélice sistémica, en el que utilizó como variables la competitividad, la infraestructura (planes y programas estratégicos de desarrollo de la ciudad), la administración de recursos humanos, la escolaridad y el sistema de capacitación, el desarrollo tecnológico (maquinaria, equipo y herramientas y, abastecimiento), la cadena de valor por medio de insumos y logística interna, la compra de insumos, las operaciones (costo de producción, calidad, cantidad y productividad) y, la

mercadotecnia (precio, productos, costos de comercialización y servicio al cliente); de lo cual obtuvo como resultado que el modelo de integración de sectores para generar desarrollo integral de una región, genera condiciones de crecimiento sostenido y progreso en la sociedad, brindando oportunidades para los migrantes nacionales e internacionales.

Por otra parte, en Indonesia también se ha realizado investigación al respecto, por parte de un grupo de investigadores, entre ellos Sudiana (2020), en la cual aplicaron un cuestionario con un análisis factorial confirmatorio, así mismo, utilizaron como variables los académicos, las empresas, el gobierno, la comunidad, los medios, el capital, la concentración poblacional (diáspora) y los sistemas locales de marketing, en el cual obtuvieron como resultado la validación de sus variables, de las cuáles concluyen que son válidas y confiables para medir el apoyo de la Penta Hélice en la innovación.

Otro de los documentos relevantes para los casos de Penta Hélice, es el de Khusniyah (2020), quien realizó una investigación en Indonesia bajo el método de revisión bibliográfica, en el cual planteó como variables la comunidad, los académicos, los medios masivos, los negocios y el gobierno, del cual concluyó que se requiere sinergia de coordinación y colaboración entre los actores de la Penta Hélice.

IV.4. Investigación inherente al modelo de N-tuple Hélice

Finalmente, existe un modelo planteado por uno de los principales exponentes de los modelos de Hélice, Leydesdorff (2012), bajo el método de revisión bibliográfica aunado a su experiencia, en el cual define que cualquier modelo que presente cinco o más Hélices se puede denominar como N-tuple Hélice, dicha investigación se realiza con análisis respecto a China, Japón, México y la Unión Soviética, en el cual plantea como variables la Triple Hélice, las N-tuple Hélices, la universidad, la industria y los gobiernos, de lo cual presenta como resultado que mientras uno no sea capaz de operacionalizar y mostrar el desarrollo en el caso relativamente simple de tres dimensiones, uno debe ser cauteloso al generalizar más allá del modelo Triple Hélice a una N-tupla de Hélices.

De lo anterior se puede concluir que la N-tuple Hélice amplía el modelo para incluir un conjunto de actores las universidades, las instituciones de investigación, las empresas, las agencias gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil, las nuevas empresas, los inversores, los ciudadanos y otras entidades que desempeñen un papel en la innovación y el desarrollo. El modelo enfatiza la importancia de la colaboración y la cooperación entre todos

estos actores para fomentar la innovación, el crecimiento económico y el desarrollo social. Sin embargo, sugiere el autor que se sea precavido en el uso de Hélices extras al modelo base, puesto que podría ser difícil lograr una verdadera vinculación e interacción entre actores.

IV.5. Estudios de caso de los modelos de Hélice

Con el propósito de vincular la revisión teórica y empírica con la evidencia concreta, este capítulo presenta una sistematización detallada de los principales estudios de caso que han abordado la aplicación de los modelos de Hélice en distintos contextos nacionales y regionales.

La información se organiza en dos niveles complementarios que permiten observar tanto la diversidad metodológica como la riqueza de resultados obtenidos. En primer lugar, la Tabla 2 resume los estudios de caso más representativos sobre la Triple, Cuádruple, Penta y N-tuple Hélice, destacando las variables analizadas, los métodos empleados y los hallazgos alcanzados en cada investigación.

En segundo lugar, la Tabla 3 concentra los trabajos econométricos con enfoque específico en la Triple Hélice, lo que permite identificar cómo la interacción entre academia, empresas y gobierno ha sido modelada y cuantificada en la literatura, ofreciendo evidencia empírica sobre la validez de este marco conceptual.

El conjunto de ambas tablas proporciona una visión integrada que facilita la comparación de enfoques, la identificación de patrones comunes y la valoración crítica de las metodologías empleadas. Además, permiten reconocer las diferencias en la aplicación de los modelos según el contexto territorial y el nivel de desarrollo institucional, lo que aporta un insumo clave para comprender la heterogeneidad de resultados en las economías APEC. Esta doble sistematización no sólo refuerza la coherencia entre el marco teórico y la evidencia empírica, sino que también establece un puente hacia el análisis econométrico posterior.

Tabla 2.
Estudios de caso de los modelos de Hélice

Autor (es)	Variables	Método	Modelo	Resultados	País
(Luengo & 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
(Sarabia, 2016)	Motivaciones, vinculación, empresas, políticas públicas, investigadores y universidades.	Análisis de casos y revisión bibliográfica	Triple Hélice	La vinculación entre entes es difícil, más aun si no se contemplan motivaciones y barreras presentes.	México
(Laines <i>et al.</i> , 2022)	Objetivos, retos y desafíos, fábrica inteligente y tecnologías habilitadoras de la industria 4.0	Exploratoria - descriptiva, revisión bibliográfica	Triple Hélice	Es indispensable el diseño de políticas públicas que fomenten la I+D a través del modelo de Cuádruple Hélice enfocado a la industria 4.0 con las características de fomentar la sustentabilidad y sostenibilidad con el entorno.	México
(Sapién <i>et al.</i> , 2015)	La interacción.	Transversal-descriptiva	Triple Hélice	La certificación en competencias académicas, laborales y el uso de las TIC fortalecen el modelo de Triple Hélice para la generación de innovación en una sociedad basada en el conocimiento.	México
(Chang, 2010)	Cambio tecnológico, cooperación, alianzas.	Revisión bibliográfica	Triple Hélice	Las relaciones de vinculación se deben concretar en acciones y	Costa Rica

				proyectos que satisfagan tanto las necesidades de la universidad, de la empresa y de investigación y desarrollo que presentan las organizaciones.	
(Gutiérrez <i>et al.</i> , 2022)	Inversión; creatividad; universidad, industria, gobierno, universidad/industria, universidad/gobierno, industria/gobierno y universidad/industria/gobierno.	Revisión de patentes y metodología para medir la incertidumbre propuesta por Leydesdorff, Park y Lengynel (2013).	Triple Hélice	La comparación de entropías es útil para conocer la vinculación de Triple Hélice.	Inglaterra y EE. UU.
(Múnera <i>et al.</i> , 2008)	Calidad regulatoria, la ausencia de barreras al comercio y el cumplimiento de la ley; productividad y competitividad.	Revisión de tres niveles: el papel de las instituciones, las dinámicas interorganizacionales y las redes de percepciones interpersonales acerca de las posibilidades de una economía del conocimiento en sus propios sectores.	Triple Hélice	La falta de vinculación y comunicación entre los sectores independientes ha provocado que a pesar de la disposición y buenas intenciones por generar I+D a través de modelos de Hélices, se rezaguen las actividades derivado de la mala gestión en los tres sectores.	Colombia
(López, 2021)	La inversión en desarrollo científico y tecnológico.	Estudio de caso	Triple Hélice	Los parques de innovación tecnológica proporcionan ventajas competitivas a través de la generación de productividad científica.	México
(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

(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 social, sin embargo, debe ser adaptada de acuerdo a las circunstancias.	España
(Klein & 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
(Ponce & Guemes, 2008)	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
(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.	Inglaterra
(Yang <i>et al.</i> , 2021)	Unidades interdisciplinarias intrauniversitarias.	Exploratorio	Triple Hélice	Las organizaciones interdisciplinarias deben ser estratégicas en velar por financiamiento y revisión del sector académico.	Universidad de Stanford, USA.
(Castillo <i>et al.</i> , 2015)	Entes híbridos entre sociedad, universidad, gobierno y empresa.	Revisión bibliográfica	Triple Hélice	Se debe crear un centro de investigación con características de participación,	México

				constitución y financiamiento híbridas.	
(Park <i>et al.</i> , 2005)	Webometrix, scientometrics y technometrics	Triangulación de los indicadores webometrics, scientometrics y technometrics	Triple Hélice	Las políticas deben ser encaminadas al fomento de la cooperación, la interacción, y la innovación basada en el conocimiento.	Corea del Sur y Países Bajos
(Palacios, 2020)	Vinculación; crecimiento	No experimental, cuantitativa, transversal y exploratoria, utilizando como instrumento de medición un cuestionario	Triple y Cuádruple Hélice	La vinculación del gobierno, las cámaras empresariales y las universidades es indispensable para una eficiente preparación del capital humano enfocado a la generación de innovación y desarrollo de tecnología.	México
(Rivera & 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
(Urra, 2017)	Esperanza de vida al nacer; tasa de alfabetización de adultos; tasa de escolaridad bruta combinada; PIB per cápita real.	Experiencia, planteamiento teórico, evidencias empíricas, opinión de expertos	Cuádruple Hélice	La integración de las comunidades en el modelo de Cuádruple Hélice es crucial para generar innovación social y desarrollo integral.	España
(González <i>et al.</i> , 2020)	"Transferencia de investigación y desarrollo" e "intención empresarial".	Cualitativo - exploratorio (entrevistas)	Cuádruple Hélice	El gobierno federal y la sociedad civil cumplen un rol fundamental	México

				como impulsores del emprendimiento tecnológico.	
(Sepúlveda, 2020)	Negocios, administraciones públicas, investigación y sociedad civil.	Recorrido epistemológico de los modelos económicos de innovación para centrar su atención analítica y reflexiva en un modelo de Cuádruple Hélice	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
(Padial <i>et al.</i> , 2019)	Empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.	Investigación-acción; meta síntesis cualitativa (encuestas, focus group, foros).	Cuádruple Hélice	La ciudadanía y las instituciones apuestan por la cooperación, la alianza estratégica, la delegación de poder y el control ciudadano	España
(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.	Barcelona, España.
(Martínez, 2012)	Competitividad. Infraestructura: planes y programas estratégicos de desarrollo de la ciudad. Administración de recursos humanos, escolaridad y sistema de capacitación. Desarrollo tecnológico: maquinaria, equipo y herramientas y abastecimiento; cadena de valor por medio de insumos y logística interna;	Quinta Hélice sistémica	Penta Hélice	El modelo de integración de sectores para generar desarrollo integral de una región genera condiciones de crecimiento sostenido y progreso en la sociedad, brindando oportunidades para los migrantes nacionales e internacionales.	México

	compras de insumos. Operaciones: costo de producción, calidad, cantidad, productividad. Mercadotecnia: precio, producto, costo de comercialización y servicio al cliente.				
(Sudiana <i>et al.</i> , 2020)	Académicos, empresas, gobierno, comunidad, medios, capital, la concentración poblacional (diáspora) y los sistemas locales de marketing.	Cuestionario, con análisis factorial confirmatorio.	Penta Hélice	Las variables son válidas y confiables para medir el apoyo de la Penta Hélice en la innovación.	Indonesia
(Khusniyah, 2020)	Comunidad, académicos, medios masivos, negocios y gobierno.	Revisión bibliográfica	Penta Hélice	Se requiere sinergia de coordinación y colaboración entre los actores de la Penta Hélice.	Indonesia
(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, uno debe ser cauteloso al generalizar más allá del modelo TH a una N - tuple de Hélices	China, Rusia, Japón, Hungría y México.

Fuente: Elaboración propia con base en la recopilación bibliográfica de estudios de caso inherentes a los modelos de Hélice (2025).

IV.6. Econometría aplicada con un enfoque hacia los modelos de Hélices

La implementación de econometría resulta clave para realizar análisis del comportamiento de datos, más en específico, en la presente investigación resulta esencial contemplar la información que existe de esta naturaleza, para lo cual el análisis se centra en el uso de modelos econométricos aplicados al estudio de la Triple Hélice en distintos países y regiones, destacando su impacto en el desarrollo innovador, la calidad de vida, la competitividad económica y la sostenibilidad ambiental. La Tabla 3 analiza el estado del arte revisa casos específicos que abarcan desde economías avanzadas, como las escandinavas y China, hasta economías emergentes y transfronterizas, como las de Polonia, Rusia y la región de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN, por sus siglas en inglés).

Cada caso de estudio utiliza metodologías econométricas para evaluar variables clave, como el gasto en investigación y desarrollo, la productividad laboral, la actividad innovadora y las políticas públicas. Estos trabajos no solo examinan la influencia de cada actor de la Triple Hélice, sino que también proponen modelos de evaluación que integran elementos como las infraestructuras digitales, la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica.

Dicha revisión tiene como objetivo identificar los estudios más relevantes que auxilien en la identificación patrones, fortalezas y limitaciones en la implementación del modelo de Triple Hélice, proporcionando un panorama sobre su aplicabilidad y efectividad en diferentes contextos. Asimismo, este ejercicio pretende resaltar las sinergias entre los actores involucrados y las estrategias más efectivas para optimizar el desarrollo regional y nacional mediante la innovación colaborativa.

Primeramente, se consideran los estudios realizados hacia la ASEAN por Afzal *et al.* (2017, 2018), en los cuales utiliza un enfoque econométrico para evaluar la relación entre diversas variables relacionadas con la innovación y el desarrollo económico. Destacan variables como el gasto en I+D, productividad laboral y normas culturales, con resultados que refuerzan la dependencia de la producción de alta tecnología en el financiamiento gubernamental y empresarial, así como en la educación. Este caso ilustra la relevancia de la Triple Hélice para potenciar economías tecnológicas emergentes en el sudeste asiático.

En un estudio realizado en Rusia por Egorov y Pospelova (2024), se emplea un modelo de Hélice cuádruple para correlacionar el desarrollo innovador con la calidad de vida

en Rusia. Se considera un enfoque predictivo robusto, utilizando indicadores como el gasto público en ciencia y educación. Los hallazgos muestran cómo las políticas gubernamentales impulsan el desarrollo regional, integrando innovación y bienestar social.

Por otra parte, a través de un Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos Aumentados Transversalmente (CS-ARDL, por sus siglas en inglés), Mabrouki (2023), analizó el impacto de variables como las patentes, el capital humano y el PIB en los Países Escandinavos. Los resultados destacaron una relación positiva entre las patentes y el crecimiento económico, reforzando la importancia de infraestructuras de innovación y sistemas de patentes para economías desarrolladas.

Para ilustrar cómo las dimensiones tecnológica y humana pueden integrarse con objetivos ambientales, en China Wang *et al.* (2021), evaluaron el impacto del capital humano y tecnológico en la eficiencia ecológica local mediante un modelo espacial econométrico. Sus resultados subrayan la necesidad de equilibrar desarrollo ambiental y avance tecnológico en economías de rápido crecimiento.

En Europa, y concretamente en las regiones transfronterizas de Polonia, Ramanowski (2017, 2020), llevó a cabo dos estudios que ponen de relieve el papel del apoyo público al modelo de Triple Hélice en el fomento del desarrollo local. No obstante, su análisis advierte que una infraestructura técnica mal planificada puede generar efectos contraproducentes, lo que destaca la urgencia de diseñar estrategias públicas más integrales.

Por último, el caso ruso muestra otra dimensión de la interacción entre innovación y espacio urbano. Kostina y Kostin (2024), investigaron la relación entre ciudades inteligentes y empresas de alta tecnología, demostrando a través de un análisis de regresión inversa que la digitalización municipal impulsa la innovación empresarial. Este hallazgo confirma un vínculo bidireccional entre infraestructura inteligente y dinamismo tecnológico.

Con base en el análisis de la Tabla 3 se divisa que la diversidad de casos resalta cómo la Triple Hélice, adaptada a contextos específicos, puede facilitar el desarrollo innovador y económico. En economías avanzadas como las escandinavas y China, la integración tecnológica y el capital humano son determinantes clave. Por otro lado, economías emergentes y regiones específicas (Polonia, Rusia) requieren enfoques personalizados que incluyan apoyo gubernamental y sinergias entre sectores.

Tabla 3.*Estudios de caso de econometría con enfoque a la Triple Hélice*

Autor (es)	Variables	Modelo	Modelo de Hélice	Resultados	País
(Afzal <i>et al.</i> , 2018)	HTE (dependiente) es el volumen de exportación de alta tecnología (en USD) RDE es gasto en investigación y desarrollo (en volumen USD), SJA como <i>proxy</i> del número de publicaciones científicas (números absolutos) LPP es la productividad laboral general (valor absoluto como en el índice) FFE es para financiamiento para emprendedores (valor absoluto como en el índice) GSP como <i>proxy</i> para apoyo y políticas gubernamentales (valor absoluto como en el índice) PET para educación y capacitación empresarial post-escolar (valor absoluto como en el índice) CSN como normas culturales y sociales el grado en el cual a un emprendedor se le permite inventar un nuevo modelo de negocios (valor absoluto como en el índice)	Econometría CD Test Prueba de raíz unitaria de segunda generación en presencia de dependencia transversal de Westerlund Regresión con errores estándar de Driscoll-Kraay, estimaciones con presencia de CD.	Triple Hélice	La producción basada en tecnología con valor agregado económico depende de nuevas ideas de las universidades, el gasto gubernamental en I+D, la educación y capacitación empresarial postescolar, el financiamiento de los empresarios y la productividad laboral general en las grandes economías de la ASEAN.	Rusia

(Egorov & Pospelova, 2024)	Nivel de desarrollo innovador	Econometría Modelo TH para medir la interacción hacia el desarrollo innovador	Triple Hélice	Este artículo demuestra la posibilidad de una evaluación predictiva de la calidad de vida de la población en un territorio en función del nivel de desarrollo de la innovación en el país dentro del marco del modelo de Cuádruple Hélice. Así, los resultados de la investigación demuestran una cierta relación entre los índices considerados, lo que permite utilizar la fórmula de dependencia de regresión del tipo $y = ax + b$ para modelar las previsiones del efecto del desarrollo innovador en la mejora del nivel y la calidad de vida de la población	Rusia
	<u>Bloque A. Ciencias y Educación</u> <u>(SEdC)</u> Número de personal dedicado a la investigación y el desarrollo, respecto del promedio anual de personas empleadas en la economía, % Número de patentes expedidas para invenciones y modelos de utilidad por cada 10.000 habitantes de la fuerza laboral (LF), unidades Coeficiente de actividad inventiva, % Número de estudiantes matriculados en programas de licenciatura, especialización y maestría por cada 10.000 personas <u>Bloque B. Industria</u> Nivel de actividad innovadora de las organizaciones, % Participación de bienes, obras y servicios innovadores en el volumen total de bienes, obras y servicios enviados, millones de rublos Porcentaje de los costes de las organizaciones por la actividad innovadora en el volumen total de bienes enviados, obras realizadas y servicios, % Número de tecnologías de producción avanzadas utilizadas por cada 100				

	unidades de empresas y organizaciones <u>Bloque C. Gobierno</u> Porcentaje del gasto del presupuesto federal en ciencia civil respecto del PBR Porcentaje del gasto interno en investigación y desarrollo respecto del PBR Porcentaje de los costes de introducción y uso de tecnologías digitales en el GRP Relación entre las exportaciones y las importaciones de tecnologías y servicios tecnológicos				
(Egorov <i>et al.</i> , 2015)	Ciencia/educación (I1) Porcentaje de organizaciones que realizan I+D Porcentaje de personal que realiza I+D Para el número de elemento de propiedad intelectual Negocio (mercado) (I2) Nivel de actividad innovadora de las organizaciones Porcentaje de gastos destinados a innovaciones tecnológicas Peso específico del volumen de bienes, trabajos y servicios innovadores en el volumen total de	Modelo econométrico del espacio dimensional de innovaciones.	Triple Hélice	Los autores han desarrollado un método econométrico de evaluación cuantitativa de la actividad innovadora de los actores económicos de la región de diferentes niveles sobre la base del modelo de espacio dimensional de innovación, que permite evaluar el papel de cada participante de la Triple Hélice en el desarrollo innovador de la región en su conjunto, así como desglosado por municipio específico, sector de la economía real, clústeres innovadores específicos del territorio, etc.	Rusia

	bienes enviados, trabajos y servicios realizados Estado (política) (I3) Para actos legislativos, leyes y reglamentos relativos a políticas innovadoras Por el número de organizaciones de infraestructura innovadoras Para los costes de I+D				
(Mabrouki, 2023)	Producto interno bruto per cápita (US\$ a precios constantes de 2010 (PIB)) Gasto público sobre Educación % del PIB (PEE) Esperanza de vida al nacer (EVN), que son los dos componentes del capital humano (educación y salud). La EVN refleja el nivel general de mortalidad de una población. Mide el estado de salud en todos los grupos de edad Solicitudes de patentes, residentes (PAT) que representa la importancia de la patente en términos de incitación a la innovación tecnológica. Para evitar los problemas de sesgo de variable omitida, se tomaron varias variables de control, como la formación bruta de capital fijo per cápita (US\$ a precios constantes de 2010 (FBCF)) y la población (POP).	Econometría CIPS de Pesarán CADF Dickey Fuller métodos de cointegración Westerlund Modelo de rezagos distribuidos autorregresivos aumentados transversalmente (CS-ARDL) con el estimador de grupo de media agrupada (PMG).	Triple Hélice	Los resultados empíricos indican que existe una relación de cointegración estable a largo plazo entre educación, esperanza de vida al nacer, población, formación bruta de capital fijo y crecimiento. Los resultados empíricos también muestran que el número de patentes en los países escandinavos tiene un efecto estadísticamente significativo y positivo sobre el crecimiento económico. Confirman un aumento de los registros de patentes del 10%, lo que genera un crecimiento económico del 0,01%. También muestran que existe una relación causal entre los flujos de patentes y el PIB. Por lo tanto, es esencial adoptar políticas para acelerar la innovación tecnológica para lograr un sólido crecimiento económico a largo plazo. Por lo tanto, es esencial	Países escandinavos

			encontrar formas de mejorar la infraestructura de innovación, incluido el sistema de patentes.	
(Egorov <i>et al.</i> , 2019)	Número de publicaciones en revistas revisadas por pares e índices de citas, el número de solicitudes de patentes y el número de patentes recibidas son aplicables para el componente U (universidad). El componente B (negocios) generalmente se entiende como el negocio tecnológico (industria) enfocado en la introducción de productos de alta tecnología provenientes del componente U en la industria. El análisis de la actividad política estatal y su impacto en el desarrollo de los componentes U y B de la Triple Hélice es importante para estudiar el componente G (gobierno)	Modelo econométrico de Triple Hélice	Triple Hélice En este artículo se describe la metodología de evaluación integral y el modelo econométrico pertinente basado en el concepto de Triple Hélice, que, a partir de expresiones trigonométricas conocidas, permite una evaluación cuantitativa de las contribuciones de cada uno de los participantes de la tríada al desarrollo integral de la innovación en entidades económicas de diferentes escalas. La modelización económica y matemática presentada, basada en el modelo del autor, permite evaluar la actividad innovadora de los participantes de la Triple Hélice en el desarrollo económico en toda la región, así como en el sector real de la economía, los clústeres regionales de innovación, etc.	Rusia
(Lawton & Leydesdorf, 2022)		Bibliométrico	Triple, cuádruple y quintuple Hélice Resume las respuestas a las críticas a los modelos de Hélices de orden superior, enfatizando la necesidad de un marco teórico más unificado y al mismo tiempo cuestionando el valor agregado de estas extensiones. El artículo continúa el debate sobre	España

				la relevancia y el estatus de las Hélices triples y de orden superior para comprender el espíritu empresarial.	
(Park & Stek, 2022)		Conjeturas a partir de análisis bibliométricos.	Triple Hélice	Destaca los desafíos en la evaluación y análisis de estas colaboraciones de orden superior, particularmente en relación con la innovación del conocimiento, y sugiere áreas para futuras investigaciones sobre la medición de Hélices de n-tuplas.	México
(Cai & Lattu, 2022)		Bibliométrico	Triple y Cuádruple Hélice	Compara los modelos de innovación Triple Hélice y Cuádruple Hélice, abordando la falta de comparación sistemática en la literatura existente. Identifica tres perspectivas sobre su relación y destaca que los modelos son en gran medida complementarios y ofrecen ideas para ayudar a los investigadores a elegir marcos apropiados para estudios empíricos sobre procesos de innovación.	
(Virkkala & Mariussen, 2021)	Expectativa, experiencia e importancia	Método alternativo para medir cuantitativamente cómo diferentes redes de innovación en	TH	Presenta un nuevo método cuantitativo para medir cómo varias redes de innovación crean diferentes tipos de sinergias complejas, abordando las limitaciones de los estudios a nivel macro existentes. Analiza datos de 10 casos regionales	

		una variedad de formas crean diferentes tipos de sinergias complejas.		en la región del Mar Báltico para explorar la formación de estas redes dentro y entre Hélices, regiones y niveles geográficos, destacando el papel de las expectativas y experiencias, y brechas.	
(Wang <i>et al.</i> , 2021)	Pregrado en IES regulares Número de empleados educativos Gasto en educación Gasto en ciencia y tecnología Stock de activos fijos Número de empleados científicos y tecnológicos Número de artículos científicos Número de patentes PIB	Global-Malmquist: Network DEA Gravity model Spatial econometric model	Triple Hélice	El capital de innovación tecnológica de otras regiones impacta negativamente la eficiencia ecológica local, mientras que los recursos humanos científicos y tecnológicos locales influyen positivamente en ella, conducir a recomendaciones de políticas para que los gobiernos locales equilibren los objetivos ambientales y de desarrollo.	China
(Masso <i>et al.</i> , 2013)	Innovación de producto Innovación de procesos Nuevos productos como % de ventas Figura ficticia de compromiso continuo con la I+D Gasto en innovación por empleado Fuentes de información dentro de la empresa o el grupo Los competidores como fuentes de información Las universidades como fuentes de información Falta de fuentes de financiación adecuadas	Crépon <i>et al.</i>	Triple Hélice	Si bien las empresas de propiedad extranjera muestran inicialmente mayores resultados de innovación, esta ventaja disminuye si se tienen en cuenta las características de la empresa, y la inversión en el exterior influye positivamente en la innovación para ambos tipos de empresas. El estudio enfatiza la importancia de las actividades internacionales para mejorar la innovación y sugiere que las políticas gubernamentales deberían fomentar la creación de redes	Estonia

El costo de la innovación Personal calificado Información sobre tecnología Información sobre los mercados		empresariales regionales e internacionales.			
(Egorov <i>et al.</i> , 2015)	Educación Mercado Políticas	Modelo econométrico del espacio dimensional de innovaciones	Triple Hélice	Destaca que el desarrollo innovador de estas regiones está impulsado principalmente por las contribuciones de la ciencia y la educación, lo que indica la necesidad de una mejor integración de las innovaciones universitarias y de I+D en el desarrollo regional. El método propuesto se considera eficaz y puede ayudar a los gobiernos y a las entidades comerciales a tomar decisiones informadas sobre las estrategias de innovación regionales.	Rusia
(Egorov <i>et al.</i> , 2019)	Industria Gobierno Complejo de docencia y educación	Bibliometric and scientométrics	Triple Hélice	Los resultados demuestran la efectividad de la metodología en comparación con otros sistemas de calificación, lo que la convierte en una herramienta valiosa para la toma de decisiones en el desarrollo de la innovación regional.	Rusia
(Cóser <i>et al.</i> , 2018)	Antigüedad académica del investigador Dominio científico del investigador Número de Iniciación Científica, pregrado y otras orientaciones	Datos de panel (1995-2016) Mínimos Cuadrados Ordinarios Breusch-Pragan	Triple Hélice	Identifica que los factores educativos, económicos y políticos impactan significativamente la producción de patentes, destacando los esfuerzos iniciales del gobierno para fomentar el avance tecnológico.	Brasil

	Numero de orientaciones de posdoctorado, maestría y doctorado Número de artículos en revistas Número de libros y capítulos de libros Número de obras, resúmenes ampliados y resúmenes Número de obras técnicas, producción técnica y procesos y técnicas Número de productos tecnológicos Número de producciones artísticas Número de textos en periódicos, artículos en revistas (no periódicas) y otras producciones bibliográficas Número de depósitos de patentes.	Prueba de Hausman			
(Egorov, 2022)	Índice de innovación global (GII), el Índice de Desarrollo Humano (HDI), como base de información se utilizaron el índice de calidad de vida (QLI) y el valor del índice regional ruso de innovación (RRII)	Análisis y evaluaciones comparativas para las regiones	Triple Hélice	Los hallazgos indican una relación significativa entre estos factores, lo que sugiere que el desarrollo innovador impacta positivamente el nivel de vida, lo que puede ayudar a las autoridades regionales en la planificación y gestión estratégicas.	APEC y Lejano Oriente
(Romanowski, 2017)	Ciencia-negocio Administración-ciencia Administración-negocio	Regresión múltiple por pasos hacia atrás	Triple Hélice	Demuestra el impacto positivo del apoyo público a las relaciones dentro del modelo de Triple Hélice en el desarrollo local en las regiones transfronterizas del este de Polonia. Utilizando un modelo econométrico, el estudio confirma que los gastos en infraestructura de actividad innovadora, técnica y de conocimiento influyen	Polonia

				significativamente en el desarrollo local, aunque la variante ampliada de la hipótesis no apoyó la misma conclusión.	
(Romanowski, 2020)	Dependiente: un agregado económico basado en salarios promedio Independientes: - Investigación y desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento. - Información sociedad - Transporte - Energía Aumentando adaptabilidad de los trabajadores y las empresas, empresas y emprendedores Mejora de la calidad del capital humano (Gastos agregados en 44 categorías dedicadas al modelo de Triple Hélice: (Las más relevantes fueron: Gas natural, servicios y aplicaciones para pymes, inversiones en empresas directamente vinculadas a investigación e innovación)).	Modelo econométrico basado en una regresión múltiple por pasos hacia atrás	Triple Hélice	Examina el impacto positivo del apoyo público a las relaciones dentro del modelo de Triple Hélice en el desarrollo local en el oeste de Polonia. Confirma que los gastos en actividades innovadoras contribuyen significativamente al desarrollo local, mientras que los gastos en infraestructura técnica tienen un impacto negativo. El estudio destaca la importancia de los efectos de sinergia bilateral para mejorar el desarrollo local a través del modelo de Triple Hélice.	Polonia occidental
(Kostina & Kostin, 2024)	Dep: Ciudad inteligente Ind: Ingresos anuales de HTKIC Patentes por región	Análisis de regresión inversa	Triple Hélice	Evalúa la influencia mutua entre empresas de alta tecnología y con uso intensivo de conocimiento y ciudades inteligentes, destacando	Rusia

Gastos de digitalización de la región
Gastos del presupuesto de la ciudad
por cada 10,000 residentes

cómo las ciudades inteligentes
generan demanda de productos y
servicios de alta tecnología, lo que a
su vez fomenta el crecimiento de
estas empresas. Utilizando un
modelo modificado de Triple Hélice
y un análisis econométrico, se
encuentra que los servicios
municipales altamente digitalizados
impactan positivamente el desarrollo
de empresas de alta tecnología en
ciudades con poblaciones superiores
al millón.

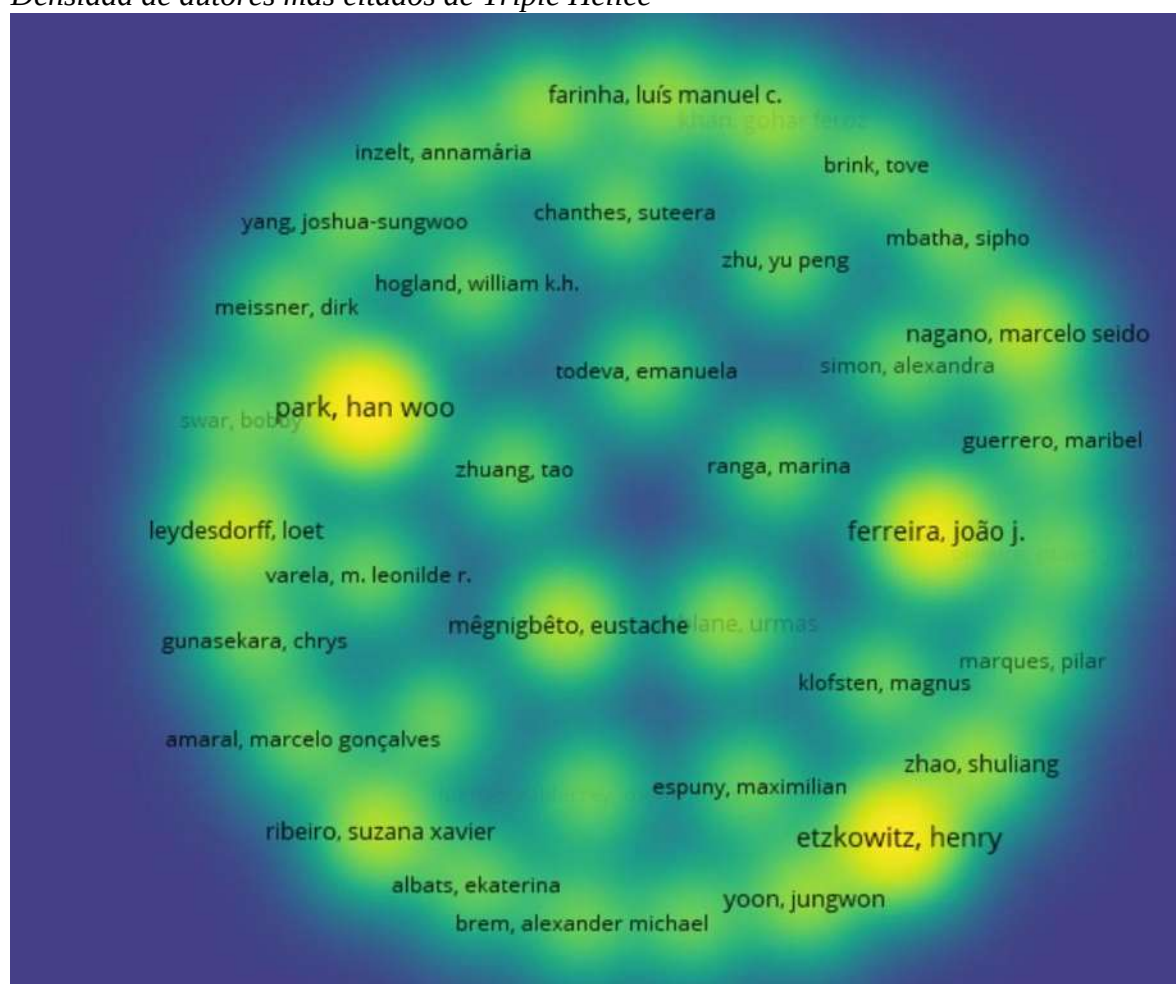
Fuente: Elaboración propia con base en la recopilación bibliográfica de estudios de caso inherentes a los modelos de Hélice en los cuales se haya implementado econometría (2025).

IV.7. Análisis bibliométrico de referentes teóricos de investigación inherente a la Triple Hélice

Como cierre del recorrido empírico sobre los modelos de Hélice, este apartado incorpora una visualización bibliométrica que permite identificar los autores más influyentes en el campo, con base en un filtrado por idioma (inglés, español, ruso y portugués) y un umbral mínimo de 30 citas. Esta herramienta refuerza la coherencia entre el marco teórico adoptado y la evidencia empírica analizada, y sirve como base para justificar la selección de autores y enfoques del estado del arte.

Gráfica 12.

Densidad de autores más citados de Triple Hélice



Fuente: Elaboración propia a través de VOSviewer con base en el análisis bibliométrico (2025).

La Gráfica 12 presentada en este apartado constituye una herramienta complementaria para interpretar el estado del arte sobre los modelos de Hélice en el ámbito académico. Filtrada por autores con más de 30 citas y restringida a publicaciones en inglés, español, ruso y portugués. Esta visualización bibliométrica permite identificar los 100 autores más influyentes en el campo, integrando perspectivas lingüísticas y geográficas que enriquecen el análisis comparativo. Esta decisión metodológica amplía el alcance del estudio al incluir no sólo la literatura anglosajona dominante, sino también aportes relevantes desde América Latina (LATAM) y Asia, lo que resulta especialmente pertinente para el contexto multirregional de APEC.

La distribución cromática, que va del azul al amarillo, refleja la intensidad de las relaciones entre autores, siendo las zonas amarillas indicativas de mayor densidad y co-citación. En este contexto, destaca la posición central de Henry Etzkowitz, representado en rojo, como figura fundacional del modelo de Triple Hélice. Su ubicación en el núcleo de la red confirma su papel como referente teórico y metodológico, ampliamente citado en los estudios empíricos recopilados en este capítulo. La presencia de Han Woo Park y João J. Ferreira en zonas de alta densidad refuerza la importancia de sus contribuciones en el análisis de la Triple Hélice.

La inclusión de autores que publican en español y portugués permite visibilizar aportes regionales que, aunque menos citados en la literatura anglosajona, tienen un impacto significativo en el desarrollo de modelos adaptados a contextos latinoamericanos y europeos. Sin embargo, algunos estudios empíricos del capítulo, como los realizados por Sarabia, Sepúlveda o Martínez, no figuran en la gráfica, lo que indica que su impacto bibliométrico aún es limitado, aunque su valor analítico y contextual sea alto. Esta tensión entre visibilidad bibliométrica y relevancia contextual refuerza la necesidad de combinar análisis cuantitativos con criterios cualitativos y territoriales.

El contraste entre esta visualización y los estudios de caso analizados en los apartados anteriores revela una convergencia metodológica clara: los autores más citados en la red son también los más referenciados en la literatura empírica sobre Triple y Cuádruple Hélice. Sin embargo, también se evidencian divergencias relevantes. Por ejemplo, los modelos de Penta Hélice y N-tuple Hélice, aunque desarrollados teóricamente y aplicados en ciertos contextos, presentan una menor densidad en la red, lo que sugiere que su consolidación académica aún

está en proceso. Asimismo, la dispersión de autores en idiomas distintos al inglés muestra que la producción científica sobre Hélices es multilingüe, pero aún fragmentada en términos de citación cruzada.

Con base en lo observado se puede postular que la gráfica de densidad bibliométrica no sólo valida la selección de autores y enfoques teóricos utilizados en la presente investigación, sino que también aporta una perspectiva estructural sobre la evolución del campo. Su análisis permite evidenciar que el corpus bibliográfico que sustenta el estudio está alineado con los núcleos temáticos más influyentes, y que la articulación entre teoría, evidencia empírica y análisis bibliométrico fortalece la coherencia metodológica del trabajo. Esta visualización, por tanto, se convierte en un insumo clave para justificar la pertinencia del marco teórico adoptado y para orientar el contraste econométrico posterior en el contexto de las economías APEC.

IV.8. Resumen crítico de los modelos de Hélice, postura de la investigación y conclusiones

La evidencia empírica revisada a lo largo de este capítulo confirma la relevancia del modelo de Triple Hélice como base para el desarrollo innovador y el crecimiento socioeconómico, destacando su adaptabilidad a contextos diversos. Sin embargo, es necesario complementar este modelo con perspectivas más amplias que incluyan aspectos propios de las variantes cuádruple y Penta Hélice. En particular, las investigaciones muestran que la vinculación efectiva entre los actores de la Triple Hélice (universidad, industria y gobierno) es esencial para la creación de sinergias sostenibles, pero también exponen los desafíos derivados de las barreras culturales, estructurales y de comunicación.

Por otro lado, las investigaciones basadas en la Cuádruple y Penta Hélice refuerzan la importancia de incorporar a la sociedad civil y los medios de comunicación en los ecosistemas de innovación, integrando perspectivas sociales y culturales para abordar los retos contemporáneos. La evidencia en estos modelos expande el marco original, reconociendo la necesidad de un enfoque más inclusivo para enfrentar desafíos de sostenibilidad, equidad social y adaptación tecnológica.

Se propone que la investigación adopte un enfoque integrador que utilice la Triple Hélice como modelo fundamental y base analítica, pero con sensibilidad a las extensiones propuestas por los modelos de Hélices superiores. Esto permitirá una mayor

contextualización de los resultados en términos de las dinámicas culturales, políticas y sociales específicas de las economías APEC.

El modelo econométrico de la presente investigación pretende evaluar no solo las relaciones lineales entre las variables clásicas de la Triple Hélice (I+D, productividad, inversión pública y privada), sino también para capturar los efectos de las interacciones multidimensionales que incluyen factores sociales y tecnológicos más amplios. En este sentido, el análisis se orienta hacia identificar tanto las fortalezas como las limitaciones inherentes al modelo base y su potencial expansión en contextos diversos.

Esta postura reconoce la necesidad de una flexibilidad analítica para adaptarse a las complejidades de las economías APEC, donde los retos de innovación no solo requieren una sólida colaboración entre actores tradicionales, sino también una integración con la comunidad y otros sectores relevantes para garantizar un impacto sostenido y equitativo en la región.

Como complemento al análisis teórico y empírico desarrollado en el capítulo, la gráfica de densidad bibliométrica filtrada por autores con más de 30 citas en inglés, español, ruso y portugués aporta una validación estructural del corpus académico que sustenta el estudio.

La centralidad de figuras como Etzkowitz, Park y Ferreira confirma la pertinencia de los modelos de Hélice como eje articulador del desarrollo industrial, mientras que la distribución periférica de autores regionales revela una producción científica multilingüe aún fragmentada en términos de citación cruzada. Esta visualización refuerza la coherencia entre el marco teórico adoptado y los estudios de caso analizados, al evidenciar que los núcleos temáticos más influyentes coinciden con los enfoques metodológicos aplicados.

Asimismo, dicho análisis permite reconocer que la visibilidad bibliométrica no siempre refleja la riqueza contextual de los estudios emergentes, lo que justifica la integración de criterios territoriales, cualitativos y cuantitativos en el análisis comparativo de las economías APEC.

Econometría y los modelos de datos de panel

Introducción al capítulo

El presente capítulo ofrece una visión integral de la econometría aplicada a datos de panel, destacando su papel como disciplina que combina herramientas matemáticas y estadísticas para cuantificar relaciones económicas y sociales. Se subraya la importancia de emplear métodos avanzados que permitan vincular teoría económica con evidencia empírica, garantizando inferencias sólidas sobre fenómenos complejos. En este marco, se retoman los aportes de autores como Wooldridge (2010) y Baltagi (2008), quienes han sistematizado enfoques fundamentales para el análisis de regresión múltiple, modelos de efectos fijos y aleatorios, así como la econometría de series temporales y dinámicas de panel.

La relevancia de la econometría radica en su capacidad para modelar y estimar relaciones causales entre variables, controlando la heterogeneidad no observada y capturando la persistencia temporal. Esto permite a los investigadores evaluar el impacto de factores como la innovación, la inversión en investigación y desarrollo, o la producción científica sobre el crecimiento económico y el desempeño industrial. Asimismo, se incorporan pruebas de cointegración y estimadores modernos, como el *Mean Group (MG, por sus siglas en inglés)* de Pesaran y Smith (1995), que ofrecen consistencia en contextos de heterogeneidad estructural y fortalecen la validez de los resultados en paneles internacionales.

Finalmente, el capítulo describe el modelo de datos utilizado en la investigación, que integra información de corte transversal y series temporales para el periodo 1993-2024. Se detallan las variables dependientes e independientes, así como la estrategia metodológica que combina análisis longitudinal y comparativo entre países del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés). De esta manera, se establece el marco econométrico que sustenta la evaluación de la interacción de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial de las economías analizadas.

V.1. Econometría

La econometría puede definirse como la disciplina que utiliza herramientas matemáticas y estadísticas para cuantificar y evaluar relaciones económicas. En su enfoque moderno, la econometría implica la aplicación de métodos y técnicas avanzadas para analizar datos económicos y empíricos, combinando tanto la teoría económica como la práctica estadística. Este campo busca modelar y estimar relaciones causales entre variables económicas, permitiendo a los investigadores realizar inferencias sobre los efectos de ciertos factores en fenómenos económicos y sociales (Wooldridge, 2010).

En concordancia con lo expuesto en el párrafo anterior, es clave exponer un aporte trascendental en la econometría moderna, el cual fue propuesto por Wooldridge (2010), quien realizó un enfoque moderno en el cual integró sólidos fundamentos teóricos con aplicaciones prácticas, el autor abordó exhaustivamente los modelos de regresión múltiple, explicando la especificación, estimación e interpretación de modelos que involucran múltiples variables explicativas.

En adición a lo anterior, se ocupó de desafíos comunes en econometría, como la endogeneidad, ofreciendo técnicas para abordar este problema, incluyendo el uso de variables instrumentales. Su libro también abarca modelos que incorporan efectos fijos y aleatorios, esenciales para manejar la heterogeneidad no observada en datos de panel, y presenta los métodos de Mínimos Cuadrados Generalizados (GMM, por sus siglas en inglés) como herramientas cruciales cuando los supuestos de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) se violan.

Así mismo, el autor dedica atención especial a la econometría de series temporales, abordando temas como estacionariedad, cointegración y modelización de procesos estocásticos en el tiempo. A través de numerosos ejemplos empíricos y datos reales, el autor ilustra los conceptos teóricos, facilitando la conexión entre la teoría y la aplicación práctica. Su inclusión del uso de *software* econométrico, como Stata, que permite aplicar directamente los métodos aprendidos en sus propias investigaciones y análisis de datos (Wooldridge, 2010).

Desde un punto de vista metodológico, resulta esencial contar con técnicas robustas capaces de capturar la complejidad de los datos longitudinales. En este sentido, Baltagi (2008), se ha centrado en abordar desafíos como la heterogeneidad individual, la dependencia

temporal y la modelización de series temporales; asimismo, ha desarrollado métodos innovadores para lidiar eficientemente con la heterogeneidad en los datos de panel, ofreciendo soluciones a problemas específicos asociados con la evolución temporal.

Entre sus contribuciones notables se encuentran los estudios sobre efectos fijos y aleatorios en modelos de datos de panel, donde ha trabajado para controlar la heterogeneidad no observada entre unidades individuales y mejorar la precisión de las estimaciones. Además, ha aportado significativamente al modelado de efectos temporales en series temporales, reconociendo la importancia de comprender y predecir patrones económicos a lo largo del tiempo. Su investigación también se extiende al ámbito de modelos espaciales, donde incorpora la información espacial para abordar factores geográficos relevantes (Baltagi, 2008).

Además de sus contribuciones teóricas, ha desempeñado un papel esencial en el desarrollo de métodos robustos de estimación y pruebas de hipótesis en el contexto de modelos econométricos. En sus publicaciones, destaca la aplicación práctica de estas técnicas utilizando *software* econométrico como Stata, facilitando la implementación de sus métodos (Baltagi, 2008).

V.2. Modelos econométricos de datos de panel

En el ámbito de la econometría, los modelos econométricos de datos de panel, también conocidos simplemente como datos de panel, se caracterizan por abarcar observaciones a lo largo del tiempo para las mismas unidades individuales o entidades. Wooldridge (2010), aborda de manera integral la modelización de datos de panel.

Los datos de panel se caracterizan por combinar observaciones transversales y de series temporales, organizados en una estructura bidimensional donde cada fila representa una unidad individual y cada columna refleja una variable a lo largo del tiempo. El autor destaca diversas ventajas de estos datos, como la capacidad para gestionar la heterogeneidad no observada mediante efectos fijos o aleatorios, abordar problemas de endogeneidad, mejorar la eficiencia de las estimaciones y manejar la posible correlación serial de los errores.

En su enfoque detalla el Modelo de Efectos Fijos (FE, por sus siglas en inglés), fundamental para capturar la heterogeneidad no observada entre las unidades individuales y controlar las características constantes a lo largo del tiempo. También aborda el Modelo de Efectos Aleatorios (RE, por sus siglas en inglés), que modela la heterogeneidad no observada

como una variable aleatoria, y presenta la Prueba de Hausman como una herramienta para elegir entre estos modelos. Además, explora cuestiones relacionadas con efectos temporales y estacionariedad en datos de panel, así como la aplicación de variables instrumentales para abordar desafíos de endogeneidad. Demostrando su enfoque práctico, utiliza *software* econométrico como Stata para ilustrar la implementación efectiva de estos modelos en el análisis de datos de panel (Wooldridge, 2010).

En el plano metodológico, Baltagi (2008), ha avanzado en la estimación de modelos dinámicos al mostrar que los datos de panel-con observaciones repetidas de las mismas unidades a lo largo del tiempo-constituyen un instrumento clave para corregir la heterogeneidad no observada y ganar precisión en las regresiones. En particular, Baltagi destaca la conveniencia de incorporar efectos fijos y aleatorios para capturar diferencias individuales, así como la importancia de modelar tanto la dependencia temporal como la autocorrelación espacial. Sus contribuciones abarcan desde rigurosas demostraciones teóricas hasta ejemplos prácticos en paquetes como Stata, donde ilustra paso a paso la implementación de sus métodos con datos reales.

Los modelos dinámicos de panel son utilizados para analizar datos de panel en los que se observa a las mismas unidades a lo largo del tiempo. Estos modelos tienen en cuenta la dinámica temporal de las variables, es decir, cómo evolucionan las observaciones a lo largo de diferentes períodos. Para ello es importante que se analice su evolución temporal puesto que las observaciones de las unidades individuales pueden cambiar a lo largo del tiempo, lo que puede deberse a factores temporales, tendencias o patrones específicos, se debe definir si son de efectos fijos o aleatorios para controlar la heterogeneidad entre las unidades mismos que dependen de la naturaleza de la heterogeneidad y de las suposiciones del modelo (Wooldridge, 2010).

En la realización de modelos dinámicos de panel se deben contemplar los retrasos que a menudo incluyen variables rezagadas (*lags*) como predictores, lo que refleja la dependencia temporal de las observaciones, y las variables de estado, que son variables que no son observables directamente pero que afectan el comportamiento de otras variables a lo largo del tiempo. Es importante la especificación del modelo dinámico de panel puede variar según el contexto específico y puede incluir ecuaciones de evolución temporal para las variables de interés, junto con ecuaciones que describan la variabilidad entre las unidades.

Al mismo tiempo, se debe contemplar la estimación de los parámetros que se realiza mediante métodos de máxima verosimilitud, aunque existen diversas técnicas y enfoques dependiendo de la complejidad del modelo (Wooldridge, 2010).

Es importante mencionar que para la implementación de datos de panel de efectos fijos se debe tener presente su ecuación 1, la cual de acuerdo con Wooldridge (2010), se puede comprender a través de lo siguiente:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad (1)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

β_0 es el intercepto común a todas las unidades.

β_1 es el vector de coeficientes asociado con las variables independientes.

x_{it} es un conjunto de variables independientes para la unidad i en el tiempo t .

α_i son los efectos fijos específicos para cada unidad i .

u_{it} es el término de error.

Siendo con base en lo anterior que se realizan los cálculos del modelo de datos de panel para la presente investigación.

Por otra parte, existen los modelos de efectos aleatorios, los cuales permiten que los efectos específicos de cada unidad varíen aleatoriamente entre las unidades siempre que sean constantes a lo largo del tiempo para una unidad en particular, al mismo tiempo que modela la heterogeneidad no observada entre las unidades, por lo cual, es necesario agregar una variable estocástica al modelo, la cual de acuerdo con Wooldridge (2010), se puede comprender a través de la ecuación 2:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + u_{it} \quad (2)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

β_0 es el intercepto común a todas las unidades.

β_1 es el vector de coeficientes asociado con las variables independientes.

x_{it1} es un conjunto de variables independientes para la unidad i en el tiempo t .

β_k es el vector de coeficiente asociado con la variable estocástica.

x_{itk} es la variable estocástica para la unidad i en el tiempo t .

α_i son los efectos fijos específicos para cada unidad i .

u_{it} es el término de error.

Siendo con base en lo anterior que se realizan los cálculos del modelo de datos de panel para la presente investigación.

V.2.1. Características de los datos de panel

Los datos de panel, también denominados datos longitudinales, integran información de corte transversal (unidades de observación) y de series de tiempo (periodos), lo que posibilita el estudio conjunto de las variaciones entre entidades y de la dinámica temporal dentro de cada una de ellas. Al disponer de observaciones múltiples para cada unidad en distintos momentos, este enfoque aprovecha la heterogeneidad no observada, rasgos fijos e invariables de individuos, empresas o regiones, y registra simultáneamente cambios en el tiempo (Baltagi, 2008; Stock & Watson, 2012; Wooldridge, 2010).

Una dimensión clave de los paneles es la distinción entre equilibrados y desequilibrados. En un panel equilibrado, todas las unidades comparten el mismo número de periodos, mientras que en uno desequilibrado existen vacíos de información en algunos i-t. Esta característica implica retos de estimación -como la necesidad de procedimientos robustos ante datos faltantes-, pero a la vez protege contra el sesgo de variables omitidas al controlar los efectos específicos de cada unidad (μ_i), incluso cuando éstos estén correlacionados con los regresores (Hsiao, 2014).

La principal ventaja de los datos de panel radica en la mejora de la eficiencia estadística. Al combinar (N) (unidades) y (T) (periodos), se elevan los grados de libertad y se reduce la colinealidad entre variables explicativas, lo que refina la precisión de los estimadores en comparación con análisis puramente transversales o de serie de tiempo.

Además, la configuración bidimensional permite especificar modelos con efectos fijos o aleatorios según el supuesto de correlación de (μ_i) con los regresores, e incluso incorporar rezagos de variables dependientes o explicativas para profundizar en relaciones de causalidad y persistencia una capacidad esencial en estudios de desarrollo regional y diseño de políticas económicas (Baltagi, 2008; Stock & Watson, 2012).

La formulación genérica de un modelo lineal de datos de panel es:

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

X_{it} es el vector de regresores.

α es la ordenada al origen común

β son los coeficientes a estimar

μ_i captura el efecto específico no observado de cada unidad.

ε_{it} es el término de error idiosincrático (Hsiao, 2014).

En síntesis, los datos de panel ofrecen una plataforma analítica robusta para capturar diversidad informativa y manejar la heterogeneidad individual, optimizando la eficiencia de estimación y ampliando el alcance de las preguntas de investigación que requieren examinar simultáneamente efectos transversales y dinámicos (Ruiz, 2016).

V.2.2. Paneles estáticos o dinámicos y cómo corregirlos

Los modelos de datos de panel permiten explotar la variación tanto entre unidades como a lo largo del tiempo. Su principal ventaja radica en controlar heterogeneidad no observada y capturar dinámicas temporales. En este contexto, la distinción fundamental recae en si el modelo incorpora o no retardos de la variable dependiente. Esta decisión afecta la presencia de sesgos y la estrategia de estimación apropiada (Labra & Torrecillas, 2018).

V.2.2.1. Modelos estáticos

Los modelos estáticos suponen que la variable dependiente responde únicamente a los regresores contemporáneos, sin memoria explícita. Su especificación general es:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it} \quad (4)$$

Donde:

y_{it} es el resultado de la unidad i en el tiempo t .

α es el intercepto global

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

u_{it} el término de error que puede descomponerse en efecto individual μ_i y ruido idiosincrático ε_{ti} .

Al no incluir retardos de y , estos modelos estiman únicamente efectos contemporáneos y evitan la complicación del sesgo de parámetros incidentales.

V.2.2.2. Modelos dinámicos

En contraste, los modelos dinámicos introducen la dependencia temporal en la variable dependiente mediante un rezago:

$$y_{it} = \alpha + \gamma y_{i,t-1} + \beta x_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Aquí, γ mide la persistencia de y a lo largo del tiempo. La inclusión de $y_{i,t-1}$ genera correlación entre el regresor rezagado y el efecto individual μ_i , provocando el sesgo de “parámetros incidentales” cuando se emplea un estimador de efectos fijos convencional (Labra & Torrecillas, 2018)

V.2.3. Problemas de estimación y correcciones

Existen dos problemas de estimación comunes que se presentan al tratar con modelos de datos de panel, siendo estos los siguientes:

Sesgo de Nickell: En modelos dinámicos con efectos fijos y muestras donde T (periodos) es pequeño, el estimador OLS produce estimaciones sesgadas de γ .

Endogeneidad: El rezago de la variable dependiente suele correlacionarse con el término de error, y algunas covariables pueden no ser estrictamente exógenas.

Para ambos problemas, la literatura recomienda estimadores basados en el GMM, que emplean instrumentos contruidos con valores rezagados de las variables explicativas, mismos que se describen en los siguientes apartados:

V.2.3.1. Estimador Arellano-Bond (1991)

Para este estimador Arellano y Bond (1991), proponen diferenciar el modelo dinámico para eliminar μ_i y usar rezagos de y en niveles como instrumentos:

Transformación por diferencias:

$$\Delta y_{it} = \gamma \Delta y_{i,t-1} + \beta \Delta x_{it} + \Delta \varepsilon_{it}. \quad (6)$$

Instrumentos: $\Delta y_{i,t-2}, y_{i,t-3}, \dots$ son válidos bajo la suposición de ausencia de autocorrelación serial en ε_{it} .

Este enfoque es consistente cuando N es grande y T pequeño (Arellano & Bond, 1991)

V.2.3.2. Estimador Blundell-Bond (1998)

Para este estimador los autores Blundell y Bond (1998), extienden la estrategia de Arellano-Bond al introducir condiciones de momento adicionales en niveles, usando diferencias rezagadas como instrumentos:

- Permite mejorar la eficiencia en paneles con persistencia elevada y pocos periodos.
- Requiere hipótesis de estacionariedad inicial sobre los valores y_{i0} .

Ambos estimadores GMM (Arellano-Bond y Blundell-Bond) corrigen el sesgo de parámetros incidentales y la endogeneidad, ofreciendo estimaciones consistentes bajo muestras con $N \gg T$, es decir, que hay muchas unidades observadas durante pocos periodos de tiempo, o dicho con otras palabras, un panel corto pero con una dimensión transversal muy grandes (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998).

La elección entre un panel estático y uno dinámico depende de la naturaleza de los datos y de la presencia de persistencia temporal en la variable dependiente. Los modelos dinámicos requieren estimadores que corrijan sesgos y endogeneidad, destacando los métodos GMM propuestos por Arellano-Bond (1991) y Blundell-Bond (1998). Para su correcta aplicación, es indispensable garantizar la validez de los instrumentos y realizar diagnósticos rigurosos.

V.2.4. Paneles de efectos fijos y de efectos aleatorios,

La distinción entre modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios radica en la correlación - o ausencia de ella- entre los efectos individuales no observados y las variables explicativas. Esta decisión determina tanto la estrategia de estimación como la validez de los resultados (Montero, 2011).

V.2.4.1. Efectos fijos

En un modelo de efectos fijos se asume que la heterogeneidad inobservable, α_i , está correlacionada con los regresores x_{it} . De esta manera se capta cualquier rasgo constante en el tiempo de la unidad i que pueda sesgar la estimación si se omitiera, tal como se presenta en la ecuación 7, misma que pertenece al modelo general.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (7)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el intercepto de la unidad i

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

u_{it} el término de error idiosincrático.

Para eliminar α_i se aplica la transformación “within” (*demeaning*)

$$\tilde{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i \quad \tilde{x}_{it} = x_{it} - \bar{x}_i \quad \tilde{u}_{it} = u_{it} - \bar{u}_i$$

donde $\bar{y}_i$ y $\bar{x}_i$ son los promedios en el tiempo para la unidad i . El modelo resultante, se estima por MCO (véase ecuación 8), garantizando consistencia aun cuando α_i esté correlacionado con x_{it} (Montero, 2011).

$$\tilde{y}_{it} = \tilde{x}_{it} \beta + \tilde{u}_{it} \quad (8)$$

Una de las principales ventajas del modelo de efectos fijos radica en su capacidad para controlar por completo la heterogeneidad no observada constante en el tiempo entre las unidades de análisis. Esta característica permite obtener estimaciones consistentes, incluso cuando el término específico de cada unidad α_i se encuentra correlacionado con los regresores del modelo.

Sin embargo, este enfoque presenta algunas limitaciones relevantes. Por ejemplo, no es posible identificar el impacto de aquellas variables que no presentan variación temporal dentro de cada unidad, dado que éstas resultan perfectamente colineales con el término α_i . Asimismo, en situaciones donde α_i es verdaderamente independiente de las variables

explicativas x_{it} , el modelo de efectos fijos puede resultar menos eficiente en comparación con el modelo de efectos aleatorios.

V.2.4.2. Efectos aleatorios

El modelo de efectos aleatorios supone que los efectos individuales α_i son realizaciones de una variable aleatoria v_i , independiente de los regresores x_{it} . Así, la porción no observada se incorpora al término de error compuesto conforme con lo expuesto con la ecuación 7, donde se presenta el modelo general.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + v_i + u_{it} \quad (9)$$

Donde:

y_{it} es el resultado de la unidad i en el tiempo t .

α es la ordenada común a todas las unidades

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

$v_i \sim (0, \sigma_v^2)$ representa la variación entre unidades

u_{it} el término de error que puede descomponerse en efecto individual μ_i y ruido idiosincrático ε_{it} .

Bajo la independencia de v_i y x_{it} , el estimador de efectos aleatorios se obtiene vía Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS, por sus siglas en inglés), que explota la estructura de varianza-covarianza diagonal-compuesta (véase ecuación 10) y permite conservar la información entre unidades y a lo largo del tiempo (Montero, 2011).

$$Var(y_{it}|x_{it}) = \sigma_u^2 I_T + \sigma_v^2 1_T 1_T' \quad (10)$$

El modelo de efectos aleatorios ofrece ciertas ventajas metodológicas frente al modelo de efectos fijos. En primer lugar, es más eficiente en términos econométricos siempre que el componente aleatorio individual v_i sea independiente de las variables explicativas x_{it} . Esta suposición permite aprovechar la variabilidad entre unidades y dentro de unidades, lo que se traduce en estimaciones más precisas. Además, permite incorporar variables que permanecen constantes en el tiempo, cuya identificación no es posible en modelos de efectos fijos debido a la colinealidad con los efectos individuales.

No obstante, esta eficiencia viene acompañada de limitaciones importantes. Si la suposición de independencia entre v_i y x_{it} , es decir, si $\text{Cov}(v_i, x_{it}) \neq 0$, las estimaciones obtenidas serán inconsistentes. Además, el modelo de efectos aleatorios resulta menos robusto ante la presencia de correlaciones ocultas entre la heterogeneidad individual y los regresores, lo que puede comprometer seriamente la validez de los resultados (Wooldridge, 2010).

V.2.5. Test de Hausman para efectos fijos o efectos aleatorios

El test de Hausman evalúa la hipótesis de que los efectos individuales no observados μ_i son independientes de las variables explicativas x_{it} . Bajo la hipótesis nula, esta independencia justifica el uso de un modelo de efectos aleatorios, más eficiente, mientras que el rechazo indica la consistencia del modelo de efectos fijos y su preferencia para evitar sesgos por endogeneidad (Hausman, 1978).

Para comparar ambos estimadores se construye el estadístico de la ecuación 11, el cual, bajo la hipótesis nula de independencia entre μ_i y x_{it} , sigue una distribución chi-cuadrado con k grados de libertad (χ_k^2), donde k es el número de parámetros en β (Hausman, 1978).

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' [Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE})]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (11)$$

Si el valor observado de H es significativo al nivel de prueba α_1 , se rechaza la independencia de μ_i y x_{it} , por lo que el estimador de efectos aleatorios resulta inconsistente y se adopta el de efectos fijos. En caso contrario, no se rechaza la hipótesis nula y se prefiere el modelo de efectos aleatorios, aprovechando su mayor eficiencia.

El test de Hausman requiere estimaciones consistentes y sus matrices de varianza-covarianza. Es fundamental que dichas matrices se calculen adecuadamente (por ejemplo, usando estimadores robustos si hay heterocedasticidad), ya que de lo contrario las diferencias en varianzas podrían invalidar el estadístico. Asimismo, conviene acompañar el análisis con pruebas auxiliares (como el test de Breusch-Pagan para heterogeneidad de efectos) y examinar la práctica de los supuestos de exogeneidad de las covariables (Hausman, 1978).

V.2.6. Modelos dinámicos de datos panel

Los modelos dinámicos de panel incorporan uno o más retardos de la variable dependiente para capturar persistencia o estado dependiente. Al incluir dichos retardos surge correlación con el efecto fijo no observado, lo que introduce el sesgo de Nickell en estimadores clásicos de efectos fijos u OLS para paneles con pequeña dimensión temporal (T). Para resolver esta endogeneidad se emplean métodos GMM que explotan distintas condiciones de momentos (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998; Nickell, 1981):

V.2.6.1. Sesgo de Nickell y endogeneidad del retardo

En los modelos dinámicos de datos de panel se introduce uno o más retardos de la variable dependiente para capturar la persistencia temporal o el estado dependiente. La especificación típica es la que se presenta en la ecuación 11, donde μ_i es el efecto fijo no observado y ε_{it} , el ruido idiosincrático.

$$y_{it} = \alpha y_{i,t-1} + X_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

La presencia conjunta del retardo $y_{i,t-1}$ y del efecto fijo μ_i genera una correlación con el término de error transformado que no desaparece al aplicar la transformación “within” (promedio centrado). Al restar las medias por unidad, obtenemos lo plasmado en la ecuación 12.

$$\tilde{y}_{it-1} = y_{i,t-1} - \tilde{y}_i, \quad \tilde{\varepsilon}_{it} = \varepsilon_{it} - \tilde{\varepsilon}_i \quad (13)$$

Sin embargo, $\tilde{y}_{it-1}$ sigue correlacionado con $\tilde{\varepsilon}_{it}$ porque el rezago recoge parte de la heterogeneidad individual μ_i . Esta violación de la condición de exogeneidad provoca el sesgo de Nickell, que hace inconsistente al estimador de efectos fijos (“Within”) cuando el número de periodos T es pequeño (Nickell, 1981).

El mismo autor en cuestión derivó que, en un modelo AR(1) con efectos fijos, el sesgo de la estimación “within” se aproxima por la ecuación 13.

$$Bias(\hat{\sigma}_{FE}) \approx -\frac{1 + \alpha}{T - 1} \quad (14)$$

De aquí se infiere que, a medida que T crece, el sesgo tiende a cero, pero para valores reducidos de T puede ser significativo, distorsionando la inferencia sobre la persistencia de y .

V.2.7. La vinculación en un modelo de datos panel clásico

La noción de vinculación en un panel clásico alude a cómo los componentes no observables y las dinámicas temporales enlazan las observaciones de cada unidad en el tiempo y, a su vez, conectan las distintas unidades en cada periodo. Esta estructura dual cruzada y longitudinal permite aprovechar la variabilidad dentro de cada individuo y entre ellos para mejorar la identificación y eficiencia de los estimadores

V.2.7.1. Componentes de efecto individual y su papel como vínculo

Cada individuo i aporta un término constante u_i que se mantiene inalterado a lo largo de t .

Este u_i enlaza todas las observaciones temporales de la unidad i , incorporando heterogeneidad no medida (cultura institucional, capital social, etc.).

Bajo efectos fijos, u_i puede correlacionarse con los regresores X_{it} ; la transformación “within” elimina este sesgo.

En el modelo de efectos aleatorios, u_i se trata como un componente estocástico independiente de X_{it} , lo que facilita la estimación por Máxima Verosimilitud o Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS, por sus siglas en inglés).

V.2.7.2. Efectos temporales y enlace transversal

Adicionalmente a u_i , la inclusión de un efecto temporal γ_t vincula transversalmente las unidades en el mismo periodo:

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

Donde γ_t capta choques macroeconómicos o tendencias globales que afectan simultáneamente a todas las unidades en t .

Su estimación conjunta con u_i permite descomponer la variación de y en tres fuentes: entre unidades, entre periodos y error idiosincrático.

V.2.7.3. Supuestos de independencia y modelos de vinculación mixta

La independencia entre u_i y los regresores es la clave del modelo aleatorio clásico. Cuando este supuesto no es realista, se recurre a:

- El modelo de efectos fijos, que evita la suposición de independencia al eliminar u_i .
- El enfoque de efectos aleatorios correlacionados de Mundlak, que incorpora las medias temporales de X_{it} como vinculaciones explícitas entre u_i y los regresores, permitiendo cierta correlación controlada (Wooldridge, 2019).

V.2.7.4. Implicaciones para la estimación y el contraste

La forma en que se defina esta vinculación influye directamente en:

- La elección entre estimador “Within” (efectos fijos o FE, por sus siglas en inglés) o GLS por efectos aleatorios (RE).
- La validez de pruebas como el de Hausman (1978), que confronta la consistencia de ambos enfoques bajo diferentes supuestos de vinculación.
- La necesidad de corregir dependencia transversal o heterocedasticidad si la vinculación entre unidades es fuerte, mediante procedimientos robustos de varianzas o modelos de error compuesto extendido.

V.3. Modelos de paneles con series no-estacionarias

Algunas series de panel pueden ser no estacionarias, lo que exige atención para evitar regresiones espurias. Estos modelos requieren pruebas de raíces unitarias y cointegración específicas para panel.

En presencia de raíces unitarias, las regresiones estándar pueden producir relaciones espurias. Es crucial evaluar la estacionariedad y, de ser necesario, aplicar métodos de unidad raíz y cointegración en panel para garantizar inferencias válidas.

V.3.1. El sesgo en las variables omitidas

La exclusión de variables relevantes que estén correlacionadas con los regresores rompe la condición de exogeneidad condicional y provoca un sesgo sistemático en las estimaciones, pues la parte no capturada del fenómeno se incorpora al término de error y se correlaciona con X_{it} . En un modelo de corte transversal clásico, este sesgo de omisión se expresa como:

$$E[\hat{\beta}] = \beta + Var(X_{it})^{-1}Cov(X_{it}, u_{it}) \quad (16)$$

donde $\hat{\beta}$ es el estimador insesgado sólo si $Cov(X_{it}, u_{it}) = 0$ (Wooldridge, 2010).

Al trasladar este problema al contexto de datos de panel, la heterogeneidad no observada de cada unidad (α_i) actúa como variable omitida constante en el tiempo. Si se ignora, los coeficientes estimados reflejarán simultáneamente los efectos de los regresores y de estos rasgos fijos, distorsionando la interpretación causal. Los modelos de efectos fijos o aleatorios ofrecen un mecanismo para controlar esta heterogeneidad:

- En el modelo de efectos fijos se elimina α_i mediante la transformación “within”, aislando únicamente la variación intraunidad y garantizando estimaciones consistentes aun cuando α_i esté correlacionado con X_{it} .
- En el modelo de efectos aleatorios, α_i se incorpora al término de error compuesto ($\mu_i + u_{it}$) con el supuesto de independencia respecto a los regresores, permitiendo conservar la información entre unidades y mejorar la eficiencia bajo esa condición.

No obstante, si existen variables omitidas que evolucionan de forma no estacionaria y difieren entre unidades, por ejemplo, tendencias específicas de cada entidad, la covarianza $Cov(X_{it}, u_{it})$ puede verse inflada, generando relaciones espurias similares a las de series de tiempo no cointegradas. Para mitigar este riesgo, se recomienda complementar la estimación con pruebas de raíces unitarias en panel y métodos de cointegración de panel, de modo que las inferencias sobre β se basen en relaciones de equilibrio de largo plazo y no en simple comovimiento temporal (Im *et al.*, 2003; Levin *et al.*, 2002; Pedroni, 2004; Pesaran, 2006; Westerlund, 2007; Wooldridge, 2010)

V.3.2. Estimación y pruebas

La estimación de modelos de panel requiere no solo elegir entre efectos fijos o aleatorios, sino además garantizar la dependencia transversal, la robustez ante heterocedasticidad y autocorrelación conjunta en el término de error. A su vez, cuando las series presentan procesos integrados, es imprescindible detectar raíces unitarias y avanzar hacia técnicas de cointegración y modelos de corrección de errores para evitar regresiones espurias y recuperar relaciones de largo plazo (Baltagi, 2008).

V.3.2.1. Dependencia transversal

La ruta de dependencia transversal (CDR, por sus siglas en inglés) de Pesaran (2006), es un enfoque utilizado en econometría para estimar modelos de datos de panel con efectos fijos o aleatorios.

La CDR es una técnica para estimar modelos de datos de panel con efectos fijos. Se basa en la idea de que las relaciones entre las variables dependientes e independientes pueden ser diferentes para diferentes unidades. La CDR permite estimar coeficientes específicos para cada unidad, lo que refleja la heterogeneidad en las relaciones (Pesaran, 2004).

Para ello primeramente se debe estimar un modelo de regresión lineal para cada unidad individualmente. Posteriormente, se combinan los coeficientes estimados de todas las unidades para obtener una estimación global. Es importante mencionar que la CDR tiene en cuenta la heterogeneidad y proporciona resultados más precisos en presencia de efectos fijos (Pesaran, 2004, 2006).

De acuerdo con Pesarán (2004), la estadística para detectar dependencia cruzada en un modelo de panel se construye promediando las correlaciones de los residuos entre todas las parejas de unidades. La forma más habitual de presentar el test *Cross-section Dependence* (CD-Test, por sus siglas en inglés) es:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \quad (17)$$

Donde:

T es el número de periodos de tiempo.

N es el número de unidades de corte transversal.

$\hat{\rho}_{ij}$ es el coeficiente de correlación de Pearson entre los residuos de las unidades i y j .

V.3.2.2. Robustez a heterocedasticidad y autocorrelación

En los estimadores GMM en diferencias y en sistema, la construcción de la matriz de ponderación en el segundo paso se basa en una estimación de la varianza de los momentos que es consistente frente a heterocedasticidad de forma general y autocorrelación serial de los errores (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998). Al utilizar la varianza muestral de los momentos, siguiendo a White (1980) y, Newey y West (1987), adaptada al contexto GMM, se corrige la ineficiencia de los estimadores por desviaciones de la homocedasticidad y la independencia temporal de ε_{it} . Windmeijer (2005), muestra además que un ajuste finito de esta matriz mejora la precisión de los errores estándar en muestras de pequeña muestra temporal.

Adicionalmente, en aplicaciones con $N \gg T$ es habitual complementar la matriz robusta con un esquema de errores estándar agrupados por individuo, lo que protege frente a correlación de orden superior dentro de cada unidad y heterocedasticidad no estructurada entre ellas. De este modo, los tests de Hansen o Sargan y los estadísticos de autocorrelación AR(1) y AR(2) mantienen validez, permitiendo inferencias fiables aun en presencia de complejos patrones de heterocedasticidad y dependencia serial (Wooldridge, 2010).

V.3.3. Pruebas de raíz unitaria en presencia de dependencia transversal

La prueba de raíces unitarias en presencia de dependencia transversal es una herramienta econométrica crucial para analizar datos de panel, la cual permite detectar la presencia de raíces unitarias en paneles de datos donde las series temporales pueden estar correlacionadas entre sí (Pesaran, 2006).

En la econometría de datos de panel, uno de los desafíos principales es la presencia de dependencia transversal o correlación entre las unidades transversales (por ejemplo, países, empresas, regiones) que se estudian. Las pruebas de raíces unitarias tradicionales, que suponen independencia entre estas unidades, pueden dar resultados incorrectos si esta dependencia transversal no se considera.

Pesaran (2006), ha desarrollado y propuesto múltiples pruebas de raíz unitaria, una de las más notables es la prueba *Cross-Sectionally Augmented Im*, Pesaran and Shin (CIPS,

por sus siglas en inglés). Dicha prueba incorpora factores comunes para capturar la dependencia transversal.

Además, Pesaran (2004), ha desarrollado una prueba, la cual es una versión aumentada del test Augmented Dickey-Fuller (*ADF*, por sus siglas en inglés) que incluye la media de la variable dependiente a través de las secciones transversales. La prueba se denomina *Cross Sectionally Aumented Dickey-Fuller (CADF*, por sus siglas en inglés) y realiza mediante la ecuación 19 de la regresión ADF aumentada:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \gamma_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{p_i-1} \theta_{i,j} \Delta \bar{y}_{t-j} + \epsilon_{i,t} \quad (18)$$

Donde:

$\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$ es la primera diferencia de la serie.

ρ_i y γ_i son coeficientes específicos de la ecuación para la unidad i .

$\bar{y}_t$ es la media transversal de y_{it}

Δ denota la primera diferencia

Posteriormente, a través de la ecuación 20 se calculan los estadísticos individuales de Dickey-Fuller para cada unidad transversal y se combinan en un estadístico panel (CIPS):

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (19)$$

Donde

t_i es el estadístico de Dickey – Fuller de la i – ésima unidad transversal.

La distribución del estadístico CIPS es no estándar y depende de la estructura de la dependencia transversal y de la longitud de las series temporales. Por lo tanto, Pesaran proporciona tablas de valores críticos basadas en simulaciones. La CIPS se utiliza en múltiples campos, como economía, finanzas, y ciencias sociales, donde los datos de panel con dependencia transversal son comunes, y es útil para: verificar la estacionariedad de series temporales en presencia de factores comunes, mejorar la precisión de modelos de datos de panel mediante la consideración de dependencia transversal, y para evitar conclusiones

erróneas sobre la no estacionariedad cuando la independencia transversal no se cumple (Chudik & Pesaran, 2015; Pesaran, 2006).

La prueba de raíces unitarias en presencia de dependencia transversal de Pesaran representa un avance significativo en el análisis econométrico de datos de panel. Al incorporar la media transversal de las series temporales, esta metodología aborda el problema de la correlación entre unidades transversales, proporcionando una herramienta más robusta y precisa para la detección de raíces unitarias en paneles de datos (Pesaran, 2006).

V.3.4. Cointegración en datos panel

La cointegración en datos de panel permite identificar relaciones de largo plazo entre variables económicas que, aunque puedan ser no estacionarias en niveles, comparten una tendencia común. En el marco del presente trabajo de tesis, resulta fundamental comprobar si las variables seleccionadas mantienen un equilibrio de largo plazo, lo que validaría la pertinencia de los modelos de Hélice como mecanismos estructurales de desarrollo.

V.3.4.1. Metodología de Pedroni (1999, 2004)

Pedroni (1999, 2004), desarrolló un conjunto de pruebas de cointegración para datos de panel que permiten considerar la heterogeneidad entre unidades y la dependencia temporal. Su enfoque se distingue por permitir interceptos y tendencias heterogéneas entre las unidades del panel.

En la prueba de cointegración de Pedroni se distinguen dos grupos de estadísticos. Los tests de panel (*within-dimension*) evalúan la hipótesis de cointegración considerando parámetros homogéneos entre las unidades del panel:

- Panel v-statistic: detecta la presencia de cointegración a partir de la varianza de los residuos, siendo más potente cuando existe fuerte correlación de largo plazo.
- Panel rho-statistic: mide la persistencia de los residuos, rechazando la cointegración si éstos siguen un proceso altamente dependiente.
- Panel PP-statistic (Phillips-Perron): ajusta los residuos para corregir correlación serial y heterocedasticidad, ofreciendo mayor robustez.

- Panel ADF-statistic (Augmented Dickey-Fuller): incorpora retardos de los residuos para controlar autocorrelación, mejorando la precisión en paneles pequeños.

Por su parte, los tests de grupo (*between-dimension*) permiten heterogeneidad en los parámetros y capturan la variabilidad entre unidades:

- Group rho-statistic: evalúa la independencia de los residuos en cada unidad, siendo sensible a la ausencia de cointegración.
- Group PP-statistic: extiende el ajuste de Phillips-Perron a cada unidad, permitiendo mayor flexibilidad en contextos heterogéneos.
- Group ADF-statistic: aplica la lógica del ADF a cada unidad del panel, integrando los resultados para determinar si existe una relación de equilibrio común.

Pedroni parte de una relación de cointegración general en datos de panel:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_i x_{it} + e_{it} \quad (20)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el intercepto específico de cada unidad.

$\delta_i t$ es la tendencia temporal individual.

β_i son los coeficientes heterogéneos entre unidades

x_{it} es el vector de regresores no estacionarios

e_{it} es el término de error.

Si las series están cointegradas, el error e_{it} será estacionario.

En la prueba de cointegración de Pedroni, se parte de la consideración de que las variables incluidas en el modelo son integradas de orden uno, $I(1)$, para cada unidad del panel. La metodología permite que los coeficientes de largo plazo, así como los interceptos y las tendencias, difieran entre las distintas unidades, reconociendo la heterogeneidad estructural propia de los datos internacionales.

La hipótesis nula establece que no existe cointegración en ninguna de las series del panel, mientras que la hipótesis alternativa puede formularse de dos maneras: de forma homogénea, cuando se asume que todas las unidades comparten una relación de equilibrio común, o de manera heterogénea, cuando se admite que al menos una de las unidades

presenta cointegración. Esta flexibilidad convierte a la prueba en una herramienta idónea para analizar paneles con dinámicas diversas, como los que integran economías con distintos niveles de desarrollo y estructuras institucionales.

Una de las principales fortalezas de la propuesta de Pedroni (1999, 2004), radica en su capacidad para incorporar la heterogeneidad propia de los paneles, permitiendo que las relaciones de equilibrio de largo plazo no sean idénticas entre las distintas unidades de análisis. Esta característica la ha convertido en una técnica de referencia en investigaciones comparativas internacionales, donde los sistemas económicos y sociales suelen mostrar comportamientos diferenciados y estructuras institucionales diversas.

En este sentido, la prueba de Pedroni ofrece un marco sólido para verificar la existencia de cointegración en paneles con información incompleta o con vínculos estructurales relativamente débiles. Su aplicación constituye un paso metodológico indispensable antes de avanzar hacia modelos de corrección de errores o estimaciones de relaciones de largo plazo, asegurando que las inferencias econométricas se fundamenten en vínculos estables y consistentes entre las variables analizadas.

V.4. El modelo Mean Group de Pesaran y Smith (1995)

El análisis econométrico del presente estudio se sustenta en la aplicación del estimador MG y su extensión en datos de panel heterogéneos, conocido como “xtmg” en Stata.

Este estimador constituye una herramienta metodológica diseñada para abordar la estimación de relaciones de largo plazo en paneles dinámicos donde existe heterogeneidad significativa entre las unidades de análisis.

Su lógica se fundamenta en la propuesta de Pesaran y Smith (1995), quienes demostraron que los métodos tradicionales de estimación, como los modelos agrupados (*pooled estimators*) o las series temporales agregadas, tienden a producir estimaciones sesgadas e inconsistentes cuando los coeficientes difieren entre grupos y los regresores presentan autocorrelación. En este sentido, el MG se erige como una alternativa que reconoce explícitamente la diversidad estructural de los datos y evita imponer supuestos de homogeneidad poco realistas.

El MG resulta especialmente útil en paneles caracterizados por un gran número de grupos (N) y un horizonte temporal amplio (T). En estos casos, cada unidad, ya sea un país, región, industria o institución, puede presentar dinámicas propias que no deben ser ignoradas.

La estimación por media de grupos consiste en calcular regresiones individuales para cada unidad y luego promediar los coeficientes obtenidos, lo que permite obtener un estimador consistente del efecto promedio.

Cuando N es grande, el MG aprovecha la diversidad entre unidades para capturar la variabilidad de los coeficientes y construir un promedio representativo. Por otro lado, cuando T es suficientemente amplio, se garantiza que las estimaciones individuales sean más precisas y que los efectos de largo plazo puedan identificarse con mayor robustez. En contraste, si T es pequeño, los sesgos derivados de la presencia de variables dependientes rezagadas pueden afectar las estimaciones, aunque el MG sigue siendo menos problemático que los estimadores agrupados.

Uno de los principales aportes de este modelo es su capacidad para manejar la heterogeneidad de coeficientes. En modelos dinámicos, imponer la restricción de que todos los grupos comparten los mismos parámetros conduce a inconsistencias, ya que las diferencias estructurales entre unidades generan correlaciones espurias entre los errores y los regresores. El MG evita este problema al permitir que cada grupo tenga sus propios coeficientes de corto y largo plazo, los cuales luego se promedian para obtener una medida global.

La ecuación del modelo es la siguiente:

$$y_{it} = \alpha_i y_{i,t-1} + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el término de intercepto específico de la unidad.

β_i son los coeficientes de regresión específicos de la unidad.

x_{it} es el vector de regresores

ε_{it} es el término de error idiosincrático.

Los coeficientes α_i y β_i varían entre grupos. El MG estima $\hat{\alpha}_i$ y $\hat{\beta}_i$ para cada unidad y luego calcula:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i, \quad \hat{\beta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (22)$$

De esta manera, se obtiene un estimador del efecto promedio que es consistente incluso en presencia de heterogeneidad sustancial.

El MG también permite estimar los efectos de largo plazo, definidos como:

$$\theta_i = \frac{\beta_i}{1 - \alpha_i} \quad (23)$$

Al calcular el promedio de estos efectos individuales, se obtiene una medida robusta del impacto sostenido de las variables explicativas sobre la variable dependiente. Este enfoque es particularmente relevante en estudios de crecimiento económico, innovación, demanda laboral y desarrollo institucional, donde las dinámicas de largo plazo son más importantes que las fluctuaciones de corto plazo.

Cabe señalar que el estimador MG se diferencia de otros enfoques como el Pooled Mean Group (PMG, por sus siglas en inglés) de Pesaran, Shin y Smith (1999), en tanto que el MG no impone homogeneidad en los parámetros de largo plazo, sino que permite que cada unidad del panel tenga sus propios coeficientes y dinámicas. Esta flexibilidad metodológica lo convierte en una herramienta consistente para paneles heterogéneos, evitando el sesgo que se produciría al asumir relaciones idénticas entre economías con estructuras distintas.

Aunado a lo anteriormente mencionado, su aplicación resulta especialmente pertinente tras verificar la existencia de cointegración mediante pruebas como la de Pedroni (1999, 2004), ya que garantiza que las estimaciones de largo plazo reflejen vínculos estables entre las variables analizadas. De esta manera, el modelo MG se consolida como un puente metodológico entre la validación de relaciones de equilibrio y la estimación de impactos diferenciados en el marco de las economías APEC.

V.5. Modelo MG aplicado a la interacción de Triple Hélice

La estimación econométrica del impacto de la vinculación entre Universidad-Industria-Gobierno sobre el desarrollo industrial en las economías APEC requiere considerar las particularidades estructurales del panel de datos utilizado, así como las condiciones empíricas compartidas por los países observados.

Bajo ese contexto, la aplicación del modelo MG de Pesaran y Smith (1995), resulta metodológicamente adecuada, al permitir que cada unidad del panel presente sus propios parámetros de largo plazo, interceptos y dinámicas. Esta flexibilidad es especialmente importante en el análisis de economías que, aunque integradas en un bloque regional, muestran diferencias significativas en sus estructuras productivas, capacidades institucionales y trayectorias de innovación.

A diferencia de los modelos de panel tradicionales que imponen homogeneidad en los coeficientes, la metodología MG ofrece estimaciones consistentes al reconocer explícitamente la heterogeneidad entre países.

El procedimiento consiste en estimar regresiones individuales para cada unidad y posteriormente calcular el promedio de los coeficientes obtenidos, lo que permite identificar una relación estructural de largo plazo sin perder la diversidad de dinámicas nacionales.

Dicha estrategia es crucial cuando se trabaja con fenómenos económicos complejos de dimensión internacional, pues evita el sesgo derivado de imponer relaciones idénticas en contextos diferenciados.

Su implementación empírica en esta tesis considera, además, el supuesto realista de heterogeneidad estructural entre países, adoptando el estimador MG como enfoque principal de inferencia para evaluar la interacción de la Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías APEC.

V.5.1. Especificación del modelo aplicado

Con base en la estructura conceptual de la Triple Hélice, se plantea que el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), como *proxy* del desarrollo industrial, está influenciado por tres factores fundamentales:

1. Gasto público en educación total (% del PIB): como indicador de la acción gubernamental en el fomento a la educación.
2. Artículos en publicaciones científicas y técnicas: como resultado directo de la actividad académica referente a la investigación científica.
3. Solicitudes de patentes por residentes: como aproximación a la innovación y producción tecnológica por parte de las empresas.

Considerando estos elementos, y aplicando la metodología MG, el modelo queda formulado de la siguiente manera:

$$DI_{it} = \alpha_i DI_{i,t-1} + \beta_1 Gobierno_{it} + \beta_2 Academia_{it} + \beta_3 Empresas_{it} + \varepsilon_{it} \quad (24)$$

Donde:

DI_{it} : Desarrollo Industrial para el país i en el año t ; es la variable dependiente y se mide a través del Producto Interno Bruto per cápita..

α_i : Intercepto específico de cada economía (efecto fijo individual).

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: Coeficientes heterogéneos asociados a las variables independientes específicas de cada país.

$Gobierno_{it}$: Gobierno, variable independiente medida a través del Gasto público en educación total (% del PIB).

$Academia_{it}$: Academia, variable independiente medida a través de los Artículos en publicaciones científicas y técnicas.

$Empresas_{it}$: Empresas, variable independiente medida a través de las Solicitudes de patentes totales.

ε_{it} : Término de error idiosincrático.

Este modelo permite controlar los efectos de políticas regionales, crisis internacionales o dinámicas macroeconómicas compartidas entre los países del APEC, asegurando así que los coeficientes estimados de los determinantes propios de la Triple Hélice reflejen su influencia estructural y no se vean contaminados por fenómenos globales omitidos.

V.5.2. Justificación empírica de su implementación

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria de segunda generación (CIPS) confirmaron que, en su mayoría, las variables incluidas en el panel son no estacionarias en niveles, mientras que la prueba de cointegración de Pedroni (1999, 2004), evidenció la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las series consideradas. Este hallazgo valida la pertinencia de aplicar un modelo que capture vínculos estructurales estables en presencia de heterogeneidad entre unidades.

Dado que las economías del APEC presentan trayectorias de desarrollo diferenciadas tanto en capacidades tecnológicas como en inversión pública y producción científica, la

estimación se realiza bajo el modelo MG, permitiendo que los coeficientes β_i varíen entre países.

Dicha flexibilidad metodológica resulta especialmente útil para captar el grado diverso de implementación y efectividad de la vinculación entre los actores de la Triple Hélice en cada contexto nacional, evitando el sesgo que se produciría al imponer homogeneidad en los parámetros.

En forma complementaria, se reconoce que la variabilidad de los resultados refleja las diferencias institucionales y productivas de cada economía, lo que enriquece la interpretación comparativa y fortalece la validez empírica del modelo aplicado.

V.5.3. Ventajas específicas en el contexto APEC

El modelo aplicado en este apartado presenta múltiples ventajas frente a otros enfoques:

- ✓ Flexibilidad para captar diferencias estructurales, crucial en un bloque heterogéneo como el APEC, donde coexisten economías desarrolladas y emergentes con trayectorias institucionales y productivas diversas.
- ✓ Consistencia estadística en presencia de heterogeneidad, al permitir que los coeficientes varíen entre países sin imponer homogeneidad en los parámetros de largo plazo.
- ✓ Validez empírica bajo paneles grandes, tanto en dimensión transversal (países) como temporal (años), condición con la que cumple la investigación y que refuerza la robustez de las estimaciones.
- ✓ Compatibilidad con análisis dinámico y de cointegración, gracias a la posibilidad de extender el modelo hacia especificaciones con rezagos y pruebas de equilibrio de largo plazo, como las de Pedroni (1999, 2004).

Por dichas razones, el modelo MG se constituye como la herramienta más adecuada para estimar el impacto estructural de las tres dimensiones de la vinculación de Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías APEC.

Su aplicación fortalece la validez de los resultados empíricos y aporta consistencia teórica y metodológica a las conclusiones de esta tesis, al reconocer explícitamente la

diversidad de contextos nacionales y la naturaleza acumulativa de los procesos de innovación y crecimiento económico.

V.6. Variables e indicadores implementados en el modelo econométrico

En este apartado se presenta la descripción de las variables que integran el modelo de datos de panel, así como la justificación de su inclusión con base en la literatura especializada. Se busca capturar la evolución del desarrollo industrial regional como variable dependiente y explicar su comportamiento a través de tres dimensiones fundamentales: la gestión gubernamental, la capacidad académica de las universidades y la dinámica del sector empresarial.

V.6.1. Variable dependiente

Desarrollo Industrial

La literatura define el desarrollo industrial como la capacidad de un territorio para generar valor agregado en el sector manufacturero y de transformación, mejorar su productividad y articular cadenas de valor dinámicas (Porter, 1985). Este concepto enfatiza tanto el nivel de producción como la sofisticación tecnológica de las actividades industriales.

Para medirlo empíricamente, utilizo el PIB pc en USD constantes de 2015. Esta serie refleja la contribución promedio de la industria al ingreso de cada habitante, ajustada por inflación y tamaño poblacional, y proviene de las cuentas nacionales del Banco Mundial (BM, 2024h).

El empleo de este indicador se sustenta en estudios que relacionan desarrollo industrial con desarrollo regional y competitividad. Su ventaja es capturar simultáneamente escala y cambio estructural en la producción.

V.6.2. Variables independientes

Gobierno

Según la teoría de sistemas de innovación, el gobierno provee bienes públicos, regula mercados y financia infraestructuras clave para el desarrollo industrial (Lundvall & Johnson, 1994). Sus políticas y asignación presupuestal inciden en la capacidad de las empresas y universidades para innovar.

Para su medición se contempla el Gasto público en educación (total) como porcentaje del PIB. Este indicador, extraído de la base de datos BM (2024), cuantifica directamente la intensidad con que el Estado apoya la académica en la población.

Universidades

El modelo de Triple Hélice subraya el rol de las universidades como centros generadores de conocimiento y nodos de vinculación con empresas y gobierno (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). La capacidad formativa y de investigación universitaria impulsa la absorción tecnológica en la industria.

Para su medición se contemplan los Artículos en publicaciones científicas y técnicas, los cuales permiten medir la producción científica, es decir, la capacidad inventiva y de investigación por parte de la academia basado en cifras oficiales (BM, 2024a).

Empresas

En la visión schumpeteriana, son las empresas las principales catalizadoras de innovación y transformación industrial mediante inversión en capital físico y conocimiento (Jovanović *et al.*, 2022; Schumpeter, 1942). Su decisión de invertir en Investigación más Desarrollo (I+D) y de introducir innovaciones marca la evolución del sector productivo.

Para su medición se contemplan las solicitudes de patentes (totales) presentadas a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) o en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: un producto o proceso que presenta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Este indicador permite evaluar el grado de sofisticación tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas de un país (BM, 2024j, 2024i).

En la Tabla 4 se organizan las variables de estudio en dependiente e independientes y detalla sus indicadores, unidades, fuente y periodicidad. Como variable dependiente se elige el desarrollo industrial, medido a través del PIBpc en USD constantes de 2015, lo cual permite comparar la evolución del bienestar productivo descontando efectos de inflación.

Tabla 4.
Especificación de variables e indicadores de la investigación

VARIABLES		INDICADOR		UNIDAD	FUENTE	PERIODICIDAD
Dependiente						
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	Producto Interno Bruto Per Cápita	US\$ (constantes 2015)	Banco Mundial (BM)	Anual
Independientes						
X1	Gobierno	GastEduTot	Gasto Público en Educación, Total	% del PIB	BM	Anual
X2	Academia	ArtPubCient	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	Número de artículos	BM	Anual
X3	Empresas	SolPatTot	Solicitudes de Patentes Totales	Solicitudes de patentes	BM	Anual

Fuente: Elaboración propia con base en las variables e indicadores de la investigación (2025).

En el bloque de variables independientes, la dimensión gubernamental se refleja en el Gasto público en educación (total) como porcentaje del PIB, capturando la intensidad de la inversión pública en preparación académica de la población; el componente universitario se mide mediante los Artículos en publicaciones científicas y técnicas como *proxy* de la productividad, investigación y divulgación científica y técnica por parte de la academia; y la esfera empresarial se aproxima con las solicitudes de patentes totales, un *proxy* directo de la innovación científica y tecnológica, misma que indica el grado de sofisticación industrial.

Todas las series de datos provienen del BM y se conforman con frecuencia anual, garantizando consistencia y comparabilidad temporal para evaluar cómo los esfuerzos del gobierno, la academia y la industria contribuyen al impulso del desarrollo industrial.

V.7. Bases de datos utilizadas

Para la obtención de los datos de todos y cada uno de los indicadores, se utilizó como base información extraída de BM, para lo cual se describe a continuación cada uno de los indicadores:

Producto Interno Bruto Per Cápita: El PIBpc, expresado en USD constantes de 2015, se obtiene al dividir el PIB, la suma del valor agregado bruto de todos los productores

residentes más los impuestos sobre los productos y menos los subsidios, sin descontar la depreciación de activos ni el agotamiento de recursos naturales, entre la población a mitad de año. Este indicador anual, calculado a precios de 2015 y agregado mediante un promedio ponderado, se basa en las cuentas nacionales del BM (2024h, 2024g), y sirve para comparar el ingreso promedio de los habitantes de distintos países en términos reales.

Gasto público en educación total (% del PIB): El gasto público en educación se expresa como porcentaje del PIB y comprende todos los desembolsos realizados por el gobierno central, regional y local destinados al funcionamiento del sistema educativo nacional. Incluye tanto el gasto corriente (sueldos de docentes, materiales, mantenimiento de infraestructura) como la inversión en capital (construcción de escuelas, equipamiento tecnológico, programas de formación docente), abarcando los niveles de educación primaria, secundaria y terciaria.

El cálculo se realiza dividiendo el total de recursos públicos destinados a educación entre el PIB del país y multiplicando el cociente por 100. Los datos, de frecuencia anual, provienen de las cuentas nacionales y de los ministerios de educación, y son consolidados por el BM (2024d), en su base de indicadores de desarrollo. Este indicador permite evaluar el compromiso de los gobiernos con la formación de capital humano y el fortalecimiento de capacidades sociales y productivas, aunque su comparabilidad puede verse afectada por diferencias en la cobertura de los sistemas educativos, en la clasificación de los gastos y en la periodicidad de los reportes oficiales.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas: El número de artículos en publicaciones científicas y técnicas corresponde a la producción anual de trabajos de investigación publicados en revistas académicas revisadas por pares, en áreas como ciencias naturales, ingeniería, medicina, agricultura y ciencias sociales aplicadas.

Este indicador se obtiene a partir de registros bibliométricos internacionales, consolidados por el BM (2024a), y refleja la capacidad de un país para generar y difundir conocimiento científico de calidad. Los datos se expresan en valores absolutos y se agregan mediante conteo de publicaciones indexadas en bases reconocidas como *Scopus* y *Web of Science*. Su frecuencia es anual y permite comparar la intensidad de la producción científica entre países, así como su evolución en el tiempo. Dicho indicador resulta clave para evaluar el grado de avance en investigación, innovación y transferencia tecnológica.

Solicitudes de patentes: Las solicitudes de patente son los trámites formales que se presentan, ya sea ante una oficina de propiedad industrial nacional o mediante el PCT, para reclamar derechos exclusivos sobre un invento, un producto o un proceso que introduce una forma novedosa de hacer algo o resuelve un problema técnico de manera innovadora. Al concederse, la patente otorga a su titular la protección de esa invención durante un lapso determinado, por lo general de 20 años (BM, 2024j, 2024i).

V.8. Clasificación de las economías de APEC de acuerdo a su desarrollo

Con el propósito de establecer un marco comparativo sólido, este apartado presenta la clasificación de las economías que integran el foro APEC de acuerdo con su nivel de desarrollo. En el apartado anterior se presentó a manera de refuerzo un análisis del INBpc, en búsqueda de que la combinación de ambas referencias ofrezcan una visión integral que no sólo distingue entre economías avanzadas y emergentes, sino que también evidencia las disparidades internas en términos de capacidad productiva, competitividad y bienestar económico. Este enfoque comparativo resulta fundamental para contextualizar el análisis posterior, al vincular la heterogeneidad estructural de las economías APEC con la pertinencia del modelo de la Triple Hélice en la explicación de sus trayectorias de desarrollo industrial.

Como se mencionó con anterioridad, para la presente investigación se tomará como base la clasificación de las economías postulada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) (2023), para lo cual la Tabla 5 expone cómo se estructura el análisis econométrico del presente estudio, el cual se compone por tres paneles, el primero en el cual se incluyen la totalidad de las economías que se analizan, el segundo panel se conforma por las economías más desarrolladas, y el tercero por las economías consideradas emergentes y en desarrollo, para lo cual, es trascendental tomar en consideración que, como ya se había mencionado antes, en el análisis no se contempla a Taiwán (Taipei Chino) debido a la escasez de información de dicha economía.

Esta tipología ofrece una primera aproximación a la heterogeneidad del foro, al distinguir entre países con alta capacidad productiva y aquellos que aún enfrentan rezagos en innovación y competitividad.

Tabla 5.
Clasificación de los datos de panel de la investigación

Número	Economías que lo conforman	
Veinte economías	1. Australia	11. México
	2. Brunei Darussalam	12. Nueva Zelanda
	3. Canadá	13. Papúa Nueva Guinea
	4. Chile	14. Perú
	5. China	15. Filipinas
	6. Hong Kong, China	16. Rusia
	7. Indonesia	17. Singapur
	8. Japón	18. Tailandia
	9. Corea	19. Estados Unidos
	10. Malasia	20. Vietnam
Economías más desarrolladas	1. Australia	6. Nueva Zelanda
	2. Canadá	7. Singapur
	3. Estados Unidos	8. Hong Kong
	4. Japón	
	5. Corea	
Economías emergentes o en desarrollo	1. China	7. Tailandia
	2. Papúa Nueva Guinea	8. Brunei Darussalam
	3. Filipinas	9. Perú
	4. Indonesia	10. Chile
	5. Vietnam	11. México
	6. Malasia	12. Rusia

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación planteada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) (2023).

En adición a lo anteriormente mencionado, el esquema de clasificación no sólo cumple una función descriptiva, sino que también constituye un insumo metodológico esencial para la estimación econométrica posterior, al segmentar las economías en tres paneles diferenciados,

se facilita la identificación de patrones comunes y divergentes en la interacción de la Triple Hélice, permitiendo contrastar cómo las dinámicas de innovación, inversión pública y producción científica se manifiestan en contextos de mayor madurez institucional frente a aquellos con rezagos estructurales.

Es con base en lo anterior que, la tipología propuesta por el FMI (2023), se convierte en un punto de partida analítico que refuerza la pertinencia del modelo implementado, al reconocer explícitamente la heterogeneidad entre países y garantizar que las estimaciones de largo plazo reflejen tanto las convergencias como las asimetrías propias del bloque APEC.

V.9. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la postura econométrica de la investigación

En este quinto capítulo se establece un sólido marco metodológico para abordar empíricamente el impacto de los modelos de Hélice en el desarrollo industrial de las economías de APEC mediante datos de panel. La estructura comienza con una definición clara de la econometría y su relevancia en el análisis de fenómenos económicos dinámicos, enfatizando la necesidad de modelos capaces de capturar tanto la heterogeneidad entre economías como la evolución temporal de las mismas.

Para modelar adecuadamente los datos de panel, se distinguen dos grandes familias: modelos estáticos y dinámicos. Los primeros suponen que el impacto de las variables explicativas en el desarrollo industrial es inmediato y constante en el tiempo, mientras que los modelos dinámicos incorporan retardos que reflejan efectos de causalidad diferida y posibles problemas de endogeneidad del retardo (sesgo de Nickell). Esta diferenciación es crucial para capturar la verdadera dinámica de la vinculación Triple Hélice, donde las particularidades económicas o los cambios en políticas públicas pueden tener efectos que se manifiestan con rezagos de varios años.

Para corregir dichas endogeneidades, se recurre a estimadores basados en el método GMM: por un lado, el estimador en diferencias de Arellano-Bond (1991), que elimina los efectos fijos a través de primeras diferencias y utiliza retardos de las variables como instrumentos; por otro lado, el estimador en sistema de Blundell-Bond (1998), que combina ecuaciones en niveles y diferencias para reforzar la validez de los instrumentos y mejorar la eficiencia de las estimaciones cuando los regresores son altamente persistentes. La elección de estos estimadores muestra un entendimiento profundo de las limitaciones de cada uno y

de las condiciones bajo las cuales uno puede ser preferible al otro, garantizando así la robustez de los resultados.

La consideración de efectos fijos y aleatorios, y la aplicación del test de Hausman para determinar la especificación más adecuada, refuerzan la rigurosidad del enfoque. El uso de efectos fijos permite controlar por heterogeneidad no observada, invariante en el tiempo, que podría sesgar las estimaciones; mientras que el modelo de efectos aleatorios resulta más eficiente si la hipótesis de exogeneidad de dichos efectos se cumple. El test de Hausman, correctamente aplicado, confiere una base estadística sólida para escoger entre ambas aproximaciones.

Asimismo, el capítulo incorpora pruebas de raíces unitarias y cointegración diseñadas para paneles con dependencia transversal, como la prueba CIPS y la cointegración de Pedroni, validando la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Sobre esta base, se adopta el modelo MG, que permite estimar parámetros diferenciados para cada economía y obtener un promedio consistente de los coeficientes. Esta estrategia reconoce explícitamente la heterogeneidad estructural de las economías APEC y evita el sesgo que se produciría al imponer homogeneidad en los parámetros, ofreciendo una visión más realista de la interacción de Triple Hélice.

Con base en lo planteado, se considera que la propuesta econométrica se muestra robusta y bien fundamentada: la selección de estimadores GMM, la evaluación conjunta de efectos fijos/aleatorios, la validación de cointegración y la implementación del modelo MG garantizan que las estimaciones capturen de manera fiable la compleja interacción entre gobierno, academia y empresa en el desarrollo industrial de APEC. Esta postura metodológica aporta credibilidad y rigor técnico, ofreciendo una hoja de ruta replicable para futuros estudios que busquen cuantificar dinámicas similares en contextos comparables, y consolidando la Triple Hélice como un marco analítico con capacidad explicativa y empírica en escenarios internacionales.

Finalmente, la clasificación de las economías del foro APEC en más desarrolladas y emergentes o en desarrollo, refuerza la coherencia metodológica del capítulo al proporcionar un marco comparativo que permite segmentar los resultados y contextualizar las estimaciones. La incorporación de esta clasificación no sólo facilita la interpretación y comparación de los coeficientes obtenidos mediante el modelo MG, sino que también

evidencia cómo la heterogeneidad estructural del bloque condiciona la efectividad de la interacción de la Triple Hélice. De esta manera, la postura econométrica de la investigación se consolida al vincular la robustez técnica de los modelos de panel con la diversidad institucional y productiva de las economías analizadas, ofreciendo una visión integral que combina rigor estadístico con pertinencia contextual.

Análisis de resultados

Introducción al capítulo

Este capítulo presenta los resultados empíricos y el flujo diagnóstico-estimador que se siguió para contrastar las hipótesis de la tesis con datos de panel. La secuencia analítica parte del diagnóstico de interdependencia entre unidades mediante la prueba de dependencia transversal (*CD-Test*, por sus siglas en inglés) de Pesaran (2004), para determinar si existen factores comunes no observados que influyan simultáneamente en las economías de la muestra. A partir de ese diagnóstico se aplican pruebas de raíces unitarias en panel adecuadas al contexto de dependencia transversal y heterogeneidad, con el fin de establecer las propiedades dinámicas de las series y la pertinencia de contrastes de largo plazo.

Con base en los resultados de estacionariedad y dependencia transversal, se evalúa la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo mediante la prueba de cointegración de Pedroni, seleccionada por su capacidad para considerar heterogeneidad de parámetros entre secciones y distintas alternativas de especificación del término de tendencia. La evidencia de cointegración, cuando procede, orienta la especificación final del modelo y la interpretación económica: sólo tras confirmar coexistencia de relaciones estables en el tiempo se justifica la estimación de efectos dinámicos de largo plazo y la extracción de conclusiones causales condicionadas a la validez de dichas relaciones.

Finalmente, el capítulo procede a la estimación de la especificación que contempla la heterogeneidad entre países, optando por el enfoque del modelo MG de Pesaran y Smith (1995), como estimador principal cuando los diagnósticos señalan dependencia transversal significativa. Se cierra con una batería de pruebas de robustez, análisis por submuestras, así como la interpretación de los hallazgos en relación con las hipótesis centrales del estudio.

VI.1. Panel 1: Veinte economías

El primer grupo de análisis comprende veinte economías miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés): Australia, Brunéi, Canadá, Chile, China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Filipinas, Federación Rusa, Singapur, Corea del Sur, Tailandia, Estados Unidos (EE. UU.) y Vietnam.

La composición de este panel busca capturar la amplia heterogeneidad económica, institucional y geográfica de la región y proporcionar suficiente variación transversal y temporal para estimaciones de panel robustas. Se excluyó a Taiwán por escasez e inconsistencia en las series de datos relevantes; esta exclusión y los criterios de selección de observaciones se documentan en la sección de datos para transparentar el alcance, la representatividad y las limitaciones que podrían afectar la interpretación de los resultados.

VI.1.1. Prueba de dependencia transversal

Los resultados que a continuación se presentan resumen los resultados de la prueba de dependencia transversal (CD-Test) de Pesaran (2004), aplicada a las cuatro series del panel. El objetivo de dicha prueba es identificar correlación no observada entre las secciones cruzadas que, en caso de existir, invalida la asunción de independencia y condiciona la elección de métodos de estimación y pruebas subsecuentes.

Los resultados presentados en la Tabla 6 evidencian la presencia de dependencia transversal significativa entre las unidades del panel para todas las variables analizadas. El estadístico CD-test arroja valores elevados en cada caso, con p-valores iguales a 0.00, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) con un nivel de significancia del 1%. Esto implica que las observaciones no son independientes entre sí, y que existen correlaciones relevantes entre las entidades territoriales consideradas.

Tabla 6.

Prueba de dependencia transversal para las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	54.94	0.00	0.74	0.94	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto público en Educación (total)	35.59	0.00	0.48	0.55	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	56.96	0.00	0.73	0.73	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	37.83	0.00	0.51	0.63	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

En particular, el indicador de desarrollo industrial, el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) muestra una correlación media de 0.74 y una correlación absoluta media de 0.94, lo que sugiere una fuerte interdependencia económica entre regiones. Este resultado es consistente con la existencia de dinámicas regionales compartidas, posiblemente influenciadas por políticas nacionales, cadenas de valor interconectadas o efectos de contagio productivo.

Respecto a las variables explicativas, se observa que el gasto público en educación (X1) presenta una correlación media de 0.48, lo que indica una dependencia moderada entre gobiernos en sus decisiones presupuestarias, posiblemente influenciadas por marcos normativos comunes o transferencias federales.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, exhibe una correlación media de 0.73, lo que refleja patrones compartidos de generación de conocimiento, probablemente vinculados a redes de colaboración interinstitucional y políticas de ciencia y tecnología de alcance nacional.

Las solicitudes de patentes (X3), como *proxy* de la actividad innovadora empresarial, presentan una correlación media de 0.51, lo que sugiere que los ecosistemas productivos regionales están interrelacionados, ya sea por competencia tecnológica, difusión de capacidades o concentración sectorial.

Estos hallazgos justifican el uso de estimadores robustos a la dependencia transversal en los modelos econométricos subsiguientes, como el modelo MG, ya que, ignorar esta dependencia podría conducir a inferencias sesgadas y subestimación de la varianza de los coeficientes.

VI.1.2. Prueba de raíz unitaria

Con el propósito de garantizar la validez de las estimaciones en datos de panel, resulta indispensable evaluar la presencia de raíces unitarias en las series utilizadas, ya que la existencia de procesos no estacionarios puede conducir a inferencias espurias y sesgos en la interpretación de los coeficientes. En este contexto, se aplicó la prueba *Cross Sectionally Aumented Dickey-Fuller (CADF, por sus siglas en inglés)* de Pesaran (2004), diseñada para entornos con posible dependencia transversal, lo que la convierte en una herramienta adecuada para el conjunto de economías analizadas. La prueba se aplicó sobre las diferencias logarítmicas de las series originales, de manera que se examina la estacionariedad en las tasas de crecimiento y no en los niveles, atendiendo a la naturaleza de los datos y a la necesidad de capturar dinámicas de corto plazo.

Lo que a continuación se plasma resume los resultados obtenidos, presentando los estadísticos de contraste y sus valores de significancia asociados. Estos resultados permiten identificar si las series del panel cumplen con la condición de estacionariedad en diferencias, lo cual constituye un requisito previo para avanzar hacia pruebas de cointegración y, posteriormente, hacia la estimación de modelos que integren relaciones de largo plazo entre las variables. De este modo, la prueba de raíz unitaria se convierte en un paso metodológico clave para asegurar la consistencia de los hallazgos empíricos y la robustez del modelo final.

La Tabla 7 correspondiente al Panel 1 presenta los resultados del test de raíces unitarias aplicado a las variables centrales del modelo. Se utilizó el estadístico $Z(t\text{-bar})$ para evaluar la estacionariedad en distintos niveles de transformación (nivel, logaritmo y primera diferencia del logaritmo), considerando hasta dos rezagos. Los resultados permiten

identificar la presencia de no estacionariedad en las series originales, así como el orden de integración de cada variable.

Tabla 7.
Prueba de raíces unitarias para las veinte economías de APEC

Variable	Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Nivel	0	5.14	1.00	×
		1	4.41	1.00	×
		2	3.87	1.00	×
	Logaritmo	0	1.43	0.924	×
		1	0.01	0.50	×
		2	-0.59	0.28	×
	Δ Logaritmo	0	-9.92	0.00	✓
		1	-6.08	0.00	✓
		2	-3.22	0.00	✓
X1	Nivel	0	0.86	0.81	×
		1	0.82	0.79	×
		2	2.48	0.99	×
	Logaritmo	0	1.28	0.90	×
		1	0.71	0.76	×
		2	2.42	0.99	×
	Δ Logaritmo	0	-11.23	0.00	✓
		1	-7.03	0.00	✓
		2	-1.25	0.00	✓
X2	Nivel	0	11.00	1.00	×
		1	7.27	1.00	×
		2	6.97	1.00	×
	Logaritmo	0	1.23	0.89	×
		1	2.26	0.99	×
		2	1.69	0.96	×
	Δ Logaritmo	0	-10.78	0.00	✓

X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Nivel	1	-4.20	0.00	✓
			2	-1.48	0.07	✗
			0	0.40	0.66	✗
			1	-0.50	0.310	✗
			2	1.61	0.946	✗
			0	-2.93	0.00	✓
		Logaritmo	1	-2.29	0.01	✓
			2	2.68	1.00	✗
			0	-16.53	0.00	✓
		Δ Logaritmo	1	-11.59	0.00	✓
			2	-7.72	0.00	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

En primer lugar, el indicador de desarrollo industrial (PIBpc) no muestra evidencia de estacionariedad ni en nivel ni en logaritmo, dado que los valores de Z son positivos y los p-valores se mantienen en 1.00 o cercanos dicho valor. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia del logaritmo (Δ logaritmo), los valores de Z se tornan negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que indica que la serie es estacionaria en primera diferencia, es decir, integrada de orden uno ($I(1)$).

El gasto público en educación (X1) presenta un comportamiento similar: no estacionario en nivel y logaritmo, pero estacionario en primera diferencia del logaritmo, con valores de Z negativos y p-valores iguales a 0.00 en todos los rezagos. Esto sugiere que la variable también es $I(1)$, lo cual es consistente con su naturaleza presupuestaria acumulativa.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, muestra una clara no estacionariedad en nivel y logaritmo, con valores de Z elevados y p-valores de 1.00. En primera diferencia del logaritmo, los rezagos 0 y 1 indican estacionariedad ($p = 0.00$), pero el rezago 2 presenta un p-valor de 0.07, lo que sugiere una posible raíz unitaria persistente en rezagos más largos. No obstante, se considera razonable asumir integración de orden uno para efectos de modelación.

Finalmente, las solicitudes de patentes (X3) presentan un comportamiento mixto. Aunque la serie en logaritmo ya muestra estacionariedad en los primeros rezagos ($Z = -2.93$, $p = 0.00$), la evidencia se refuerza en la primera diferencia del logaritmo, donde todos los

rezagos arrojan valores negativos y altamente significativos. Esto confirma que la variable es estacionaria en Δ logaritmo, y por tanto, también puede considerarse I(1).

En conjunto, los resultados justifican la transformación de las variables mediante logaritmos y primeras diferencias para garantizar la validez de los modelos econométricos, evitando problemas de regresión espuria. Además, la homogeneidad en el orden de integración permite aplicar técnicas de cointegración para paneles no estacionarios.

VI.1.3. Análisis de cointegración

En el primer panel se aplicó la prueba de cointegración de Pedroni (2004), con el propósito de identificar la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Este contraste resulta fundamental, ya que permite determinar si las series, aun siendo integradas en primera diferencia, mantienen vínculos estables que justifican la estimación de modelos dinámicos de largo plazo. La tabla correspondiente presenta los estadísticos de las distintas especificaciones de la prueba, junto con sus valores de significancia, lo que facilita evaluar la robustez de los resultados y la validez de las hipótesis de cointegración en este conjunto de economías.

Tabla 8.

Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las veinte economías de APEC

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	-2.38	0.01
Modified Phillips-Perron	0.64	0.26
Phillips-Perron	-2.74	0.01
Augmented Dickey-Fuller	-2.99	0.01

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni aplicados al Panel 1 muestran evidencia mixta respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos *Modified variance ratio* (-2.38; p-value = 0.01), *Phillips-Perron* (-2.74; p-value = 0.01) y *Augmented Dickey-Fuller* (ADF, por sus siglas en inglés) (-2.99; p-value = 0.01) rechazan de manera significativa la hipótesis nula, indicando la existencia de

relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Estos resultados sugieren que, pese a la heterogeneidad entre las economías del panel, las series tienden a converger hacia un comportamiento común en el tiempo.

Por otro lado, el estadístico *Modified Phillips-Perron* (0.64; p-value = 0.26) no resulta significativo, lo que implica que bajo esta especificación no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración. Sin embargo, dado que la mayoría de los contrastes aplicados muestran significancia estadística al 1%, la evidencia global respalda la existencia de cointegración en el panel.

Es con base en lo anterior que se puede contemplar que los resultados de la Tabla 8 permiten concluir que las variables analizadas en el Panel 1 mantienen relaciones de largo plazo consistentes, lo cual justifica avanzar hacia la estimación de modelos que incorporen dichas dinámicas, como el enfoque MG.

VI.1.4. Análisis e interpretación del modelo de datos de panel 1 bajo la perspectiva del MG

En el primer panel se procede a la estimación mediante el enfoque MG de Pesaran y Smith (1995), seleccionado por su capacidad de capturar la heterogeneidad estructural entre países y obtener un promedio consistente de los coeficientes individuales. Este estimador permite que cada economía del panel tenga sus propios parámetros de largo plazo y, posteriormente, calcula el promedio de dichos coeficientes, garantizando la validez de las inferencias en contextos de diversidad institucional y productiva. La tabla correspondiente presenta los resultados del modelo MG (a través de la implementación del comando “xtmg” en Stata), destacando la magnitud y significancia de los parámetros estimados.

Los resultados en la Tabla 9 del modelo MG aplicado al Panel 1, conformado por veinte economías de APEC, muestran una relación positiva y estadísticamente significativa entre las tres dimensiones consideradas (gobierno, academia y empresas) y el desarrollo industrial medido a través del PIBpc.

Tabla 9.
Modelo MG para las veinte economías de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P- valor	Significancia
Gobierno (Gasto Público en Educación (total))	0.076	4.09	0.00	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.039	3.89	0.00	✓
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.076	2.41	0.02	✓
Constante	0.018	4.95	0.00	✓

Nota: El error cuadrático medio (sigma) obtenido es de 0.03. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

El coeficiente de 0.076 con un estadístico Z de 4.09 y un p-valor de 0.00 en la variable gobierno (X1), medida por el gasto público en educación total, indica una fuerte y significativa contribución de dicho gasto al desarrollo industrial. Esto sugiere que la inversión estatal en capital humano genera efectos de largo plazo sobre la productividad y el crecimiento económico.

El coeficiente de 0.039 con Z=3.89 y p-valor=0.00 en la variable academia (X2), medida a través de los artículos en publicaciones científicas y técnicas, confirma que la producción académica en ciencia y tecnología se vincula directamente con el desarrollo industrial. La evidencia respalda la hipótesis de que la generación de conocimiento y su difusión en publicaciones científicas constituye un motor de innovación y competitividad en las economías analizadas.

La variable empresas (X3), medida por las solicitudes de patentes totales, presenta un coeficiente de 0.076 con Z=2.41 y p-valor=0.02, mostrando que la actividad empresarial en innovación también contribuye significativamente al desarrollo industrial, aunque con menor magnitud relativa que las variables de gobierno y academia. Esto refleja que la capacidad de transformar conocimiento en aplicaciones productivas es un factor clave, pero depende de la interacción con políticas públicas y el entorno académico.

La constante tiene un valor positivo de 0.018 con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$), lo que sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento asociado al panel, posiblemente vinculado a factores comunes de las economías APEC como apertura comercial o integración regional.

El error cuadrático medio 0.03 indica un buen ajuste del modelo, con errores relativamente bajos en la predicción del PIBpc.

El análisis de los coeficientes estimados en el Panel 1 permite evidenciar el impacto marginal de cada dimensión de la Triple Hélice sobre el PIBpc en el conjunto de las veinte economías. El coeficiente de 0.076 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.076 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano constituye un motor transversal de productividad y crecimiento económico en el bloque.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.039 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementa en 0.039 unidades, reflejando que la generación de conocimiento académico contribuye de manera significativa a la innovación y competitividad regional.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.076, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.076 unidades en el PIBpc. Este resultado evidencia que la capacidad empresarial de transformar conocimiento en aplicaciones productivas tiene un peso equivalente al del gasto público en educación, aunque su efectividad depende de la interacción con políticas públicas y el entorno académico.

Finalmente, la constante positiva de 0.018 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial y la integración regional.

La evidencia empírica también confirma la hipótesis de que el desarrollo industrial en las economías APEC se sustenta en la interacción de tres pilares: inversión pública en educación, producción académica en ciencia y tecnología, y actividad empresarial innovadora. El modelo MG permite capturar estos efectos en presencia de heterogeneidad

entre países, mostrando que la complementariedad entre gobierno, academia y empresas constituye un determinante robusto del desarrollo industrial en el panel analizado.

VI.2. Panel 2: Economías más desarrolladas

El segundo grupo de análisis corresponde a las economías más desarrolladas dentro de APEC, integrado por Australia, Canadá, EE. UU., Japón, Corea, Nueva Zelanda, Singapur y Hong Kong. Este panel se caracteriza por altos niveles de ingreso per cápita, sistemas educativos consolidados, infraestructura tecnológica avanzada y una fuerte capacidad de innovación empresarial. La inclusión de estas economías permite contrastar cómo los determinantes del desarrollo industrial operan en contextos con instituciones maduras y mercados altamente competitivos.

El análisis de este panel resulta fundamental para identificar si los efectos de gobierno, academia y empresas mantienen la misma intensidad que en economías menos desarrolladas, o si, por el contrario, la dinámica del desarrollo industrial se explica por la interacción de factores estructurales más complejos. De esta manera, el Panel 2 ofrece un referente comparativo que contribuye a evaluar la robustez de las hipótesis planteadas y a comprender las diferencias en la trayectoria de industrialización dentro de APEC.

VI.2.1. Prueba de dependencia transversal

En el segundo panel de análisis se aplicó la prueba de dependencia transversal propuesta por Pesaran (2004), con el objetivo de identificar si las series presentan correlaciones no observadas entre las unidades que lo integran. Este diagnóstico resulta fundamental, ya que la presencia de dependencia transversal invalida la hipótesis de independencia entre secciones y condiciona tanto la elección de pruebas de raíz unitaria como la interpretación de los resultados de cointegración.

La tabla correspondiente resume los estadísticos CD y sus valores de significancia, lo que permite evaluar de manera directa si las correlaciones comunes son estadísticamente relevantes. En caso de detectarse dependencia transversal significativa, se justifica la adopción de estimadores que incorporen factores comunes correlacionados, como el enfoque MG, garantizando así la robustez de las inferencias y la consistencia del modelo final.

Tabla 10.*Prueba de dependencia transversal para las economías más desarrolladas de APEC*

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	28.79	0.00	0.96	0.96	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto Público en Educación (total)	3.26	0.00	0.11	0.38	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	22.56	0.00	0.65	0.65	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	11.86	0.00	0.40	0.62	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 10 correspondiente al Panel 2 muestra los resultados del CD-test aplicado a las variables clave del modelo para el subconjunto de economías más desarrolladas. Al igual que en el Panel 1, los resultados permiten rechazar de manera sistemática la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) en todos los casos, dado que los valores del estadístico CD son positivos y altamente significativos ($p = 0.00$). Esto confirma la existencia de correlaciones relevantes entre las unidades del panel, lo cual debe ser considerado en la especificación econométrica.

En términos de magnitud, se observa que el indicador de desarrollo industrial (PIBpc) presenta una correlación media y absoluta de 0.96, lo que evidencia una muy alta interdependencia entre las economías desarrolladas en cuanto a su desempeño económico. Este resultado es coherente con la integración estructural y comercial que caracteriza a este grupo de países, así como con la difusión de impactos globales.

El gasto público en educación (X1) muestra una correlación media más baja (0.11), aunque su valor absoluto medio (0.38) sugiere cierta heterogeneidad en los niveles de inversión educativa. Esto podría reflejar diferencias institucionales o prioridades nacionales divergentes, incluso dentro del grupo de economías avanzadas.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, presenta una correlación media de 0.65, lo que indica patrones compartidos de generación de conocimiento, posiblemente impulsados por redes internacionales de investigación, cooperación científica y estándares comunes de publicación.

Las solicitudes de patentes (X3) exhiben una correlación media de 0.40 y absoluta de 0.62, lo que sugiere que la actividad innovadora empresarial también está interrelacionada, aunque con mayor variabilidad entre países. Esto podría deberse a diferencias en los sectores dominantes, marcos regulatorios o intensidad de Investigación más Desarrollo (I+D).

Estos resultados confirman la necesidad de emplear estimadores robustos a la dependencia transversal en los modelos aplicados al Panel 2. Además, la comparación con el Panel 1 permite anticipar posibles diferencias en la magnitud y dirección de los efectos estimados, dada la mayor homogeneidad estructural y el grado de integración entre las economías desarrolladas.

VI.2.2. Prueba de raíz unitaria

En el segundo panel se aplicó la prueba CADF de Pesaran sobre las diferencias logarítmicas de las series, con el objetivo de verificar la estacionariedad en las tasas de crecimiento. A continuación, se presentan los estadísticos y valores de significancia obtenidos, que permiten determinar si las series cumplen con la condición de integración en primera diferencia y, por tanto, son aptas para avanzar hacia el análisis de cointegración.

Tabla 11.

Prueba de raíces unitarias para las economías más desarrolladas de APEC

Variable	Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Nivel	0	1.28	0.90	×
		1	1.54	0.94	×
		2	1.77	0.96	×
	Logaritmo	0	1.59	0.94	×
		1	0.81	0.79	×
		2	1.19	0.88	×
	Δ Logaritmo	0	-6.39	0.00	✓

X1	Gobierno (Gasto Público en Educación (Total))		1	-4.27	0.00	✓
			2	-0.88	0.19	✗
			0	-0.82	0.21	✗
		Nivel	1	0.94	0.83	✗
			2	1.91	0.97	✗
		Logaritmo	0	0.12	0.55	✗
			1	0.86	0.81	✗
			2	2.53	0.99	✗
		Δ Logaritmo	0	-9.09	0.00	✓
			1	-4.42	0.00	✓
			2	-0.19	0.42	✗
		Nivel	0	-1.66	0.05	✓
			1	-1.03	0.02	✓
			2	-0.53	0.30	✗
X2	Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	Logaritmo	0	-7.52	0.00	✓
			1	-4.52	0.00	✓
			2	-1.04	0.15	✗
		Δ Logaritmo	0	-7.06	0.00	✓
			1	-6.01	0.00	✓
			2	-2.91	0.00	✓
		Nivel	0	1.43	0.92	✗
			1	1.05	0.85	✗
			2	0.85	0.80	✗
X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Logaritmo	0	-4.50	0.00	✓
			1	-3.06	0.00	✓
			2	1.93	0.97	✗
		Δ Logaritmo	0	-9.77	0.00	✓
			1	-9.06	0.00	✓
			2	-6.16	0.00	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 11 presenta los resultados del *test* de raíces unitarias aplicado a las variables del Panel 2, correspondiente al subconjunto de economías más desarrolladas. El objetivo es

determinar el orden de integración de las series y verificar su estacionariedad, condición necesaria para evitar regresiones espurias y seleccionar técnicas econométricas adecuadas.

De manera general, los resultados indican que la mayoría de las variables no son estacionarias en nivel ni en logaritmo, pero se vuelven estacionarias al aplicar la primera diferencia del logaritmo, lo que sugiere que son integradas de orden uno (I(1)).

En el Desarrollo industrial (Y), el PIBpc no es estacionario en nivel ni en logaritmo, con p-valores superiores a 0.79 en todos los rezagos. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 muestran valores de Z negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que indica estacionariedad. El rezago 2 no es concluyente ($p = 0.19$), pero en conjunto, la evidencia respalda que la serie es I(1).

Para el Gasto público en educación (X1), la variable tampoco es estacionaria en nivel ni en logaritmo, con p-valores cercanos a 1.00. En primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 son significativos ($p = 0.00$), mientras que el rezago 2 no lo es ($p = 0.42$). A pesar de esta inconsistencia marginal, se considera razonable asumir integración de orden uno.

En cuanto a la Producción académica (X2), a diferencia de las demás variables, la serie muestra signos de estacionariedad incluso en nivel (rezagos 0 y 1 con $p = 0.05$ y 0.02 , respectivamente), lo que sugiere una dinámica más estable en el tiempo. Esta propiedad se refuerza en logaritmo y en primera diferencia logarítmica, donde todos los rezagos relevantes son altamente significativos. Por tanto, X2 puede considerarse estacionaria o cuasi-estacionaria, dependiendo del nivel de transformación.

Mientras que las Solicitudes de patentes (X3), son una variable no es estacionaria en nivel, pero sí lo es en logaritmo (rezagos 0 y 1 con $p = 0.00$) y en primera diferencia logarítmica (todos los rezagos con $p = 0.00$). Esto sugiere que la transformación logarítmica ya es suficiente para estabilizar la serie, aunque la evidencia en primera diferencia es aún más robusta.

Es así como los resultados del Panel 2 confirman que las variables clave del modelo presentan propiedades de integración similares a las observadas en el Panel 1, aunque con algunas diferencias en la estabilidad de las series académicas y empresariales.

VI.2.3. Análisis de cointegración

En el segundo panel se recurrió nuevamente a la prueba de Pedroni (2004), para verificar la presencia de relaciones de largo plazo entre las variables del grupo. La aplicación de este

contraste permite comprobar si las series diferenciadas logarítmicamente, pese a su carácter estacionario en crecimiento, convergen hacia un equilibrio común en el tiempo. La tabla asociada resume los estadísticos obtenidos bajo las distintas especificaciones del test, ofreciendo evidencia sobre la consistencia de las relaciones de cointegración y sobre la pertinencia de avanzar hacia modelos que integren dinámicas de largo plazo en este panel.

Tabla 12.

Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las economías más desarrolladas de APEC

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	0.04	0.48
Modified Phillips-Perron	0.29	0.39
Phillips-Perron	-1.61	0.05
Augmented Dickey-Fuller	-1.95	0.03

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni para el Panel 2 muestran evidencia parcial respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos *Modified variance ratio* (0.04; p-value = 0.48) y *Modified Phillips-Perron* (0.29; p-value = 0.39) no resultan significativos, lo que implica que bajo estas especificaciones no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración.

Sin embargo, los contrastes Phillips-Perron (-1.61; p-value = 0.05) y ADF (-1.95; p-value = 0.03) sí muestran significancia estadística, permitiendo rechazar la hipótesis nula al 5% y 3% respectivamente. Esto sugiere que, aunque la evidencia no es uniforme en todas las pruebas, existen indicios de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables del panel.

Contemplando lo anterior, se observa que la Tabla 12 refleja un escenario de cointegración débil pero presente: dos de los cuatro estadísticos aplicados respaldan la existencia de vínculos de largo plazo, mientras que los otros dos no ofrecen evidencia suficiente. Esta combinación obliga a interpretar los resultados con cautela, reconociendo que las relaciones de cointegración en el Panel 2 son menos robustas que las observadas en

el Panel 1, pero aún justifican avanzar hacia la estimación de modelos que incorporen dinámicas de largo plazo bajo supuestos de heterogeneidad y factores comunes.

VI.2.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG

En el segundo panel se aplicó nuevamente el estimador MG, con el objetivo de capturar relaciones de largo plazo robustas en presencia de heterogeneidad estructural entre países.

La elección de este método responde a los diagnósticos previos de cointegración, que justifican la necesidad de emplear un estimador capaz de reconocer que cada economía puede presentar parámetros distintos y, posteriormente, calcular un promedio consistente de los coeficientes.

Los resultados se presentan en la tabla respectiva, mostrando la magnitud y significancia de los parámetros estimados, lo que permite evaluar la consistencia de las hipótesis planteadas para este grupo de economías.

Tabla 13.
Modelo MG para las economías más desarrolladas de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P-valor	Significancia
Gobierno (Gasto Público en Educación (total))	0.074	2.25	0.03	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.069	2.77	0.01	✓
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.107	2.97	0.00	✓
Constante	0.013	5.57	0.00	✓

Nota: El error medio cuadrático (sigma) obtenido es de 0.02. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados del modelo MG aplicado al Panel 2, que agrupa a las economías más desarrolladas, muestran relaciones positivas y estadísticamente significativas entre los tres actores de la Triple Hélice y el desarrollo industrial medido por el PIBpc.

Para el gobierno (gasto público en educación total), el coeficiente de 0.074 con $Z=2.25$ y $p\text{-valor}=0.03$ confirma que la inversión pública en educación contribuye de manera significativa al desarrollo industrial. En el caso de las economías avanzadas, este resultado sugiere que el gasto estatal en formación y capital humano sigue siendo un factor clave para sostener la competitividad y la innovación, incluso en sistemas educativos consolidados.

En el caso de la academia (artículos en publicaciones científicas y técnicas), el coeficiente de 0.069 con $Z=2.77$ y $p\text{-valor}=0.01$ evidencia que la producción académica en ciencia y tecnología tiene un impacto positivo y robusto sobre el PIBpc. Esto respalda la hipótesis de que la generación de conocimiento científico constituye un motor de innovación y productividad en las economías más desarrolladas.

Para la variable empresas (solicitudes de patentes totales), el coeficiente de 0.107 con $Z=2.97$ y $p\text{-valor}=0.00$ muestra que la actividad empresarial en innovación ejerce el efecto más fuerte entre las tres dimensiones. Este hallazgo refleja que, en las economías avanzadas, la capacidad de transformar conocimiento en aplicaciones productivas es un determinante central del desarrollo industrial.

El valor de la constante es positivo (0.013) con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$), lo que sugiere la existencia de un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes de las economías desarrolladas, como infraestructura avanzada, integración tecnológica y estabilidad institucional. Asimismo, el error medio cuadrático de 0.02 indica un buen ajuste del modelo, con errores reducidos en la predicción del PIBpc.

Interpretando los resultados estadísticos se puede aseverar que el coeficiente de 0.074 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.074 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano sigue siendo un motor de competitividad y productividad incluso en sistemas educativos consolidados.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.069 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementa en 0.069 unidades, reflejando que la generación de conocimiento académico en estas economías se vincula estrechamente con la innovación y la capacidad de sostener el crecimiento industrial.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.107, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.107 unidades en el PIBpc. Este resultado evidencia que la actividad empresarial innovadora ejerce el efecto más fuerte entre los tres pilares, consolidando a la innovación aplicada como el principal determinante del desarrollo industrial en este grupo de países.

Finalmente, la constante positiva de 0.013 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como infraestructura avanzada, integración tecnológica y estabilidad institucional.

La evidencia empírica derivada de la aplicación del modelo MG confirma que el desarrollo industrial en las economías más desarrolladas se sustenta en la complementariedad de tres pilares: inversión pública en educación, producción académica en ciencia y tecnología, y actividad empresarial innovadora. El modelo MG permite capturar estos efectos en presencia de heterogeneidad entre países, mostrando que la interacción entre gobierno, academia y empresas constituye un determinante robusto del desarrollo industrial en este grupo de economías.

VI.3. Panel 3: Economías en desarrollo

El tercer grupo de análisis corresponde a las economías de APEC clasificadas como emergentes o en desarrollo, integradas por Papúa Nueva Guinea, China, Filipinas, Indonesia, Vietnam, Malasia, Tailandia, Brunei Darussalam, Perú, Chile, Rusia y México. Este panel reúne países con estructuras productivas heterogéneas, niveles de ingreso medio y trayectorias de industrialización en proceso de consolidación.

La inclusión de estas economías permite examinar cómo los factores de gobierno, academia y empresas inciden en el desarrollo industrial en contextos donde la capacidad institucional y tecnológica aún se encuentra en expansión. Asimismo, este panel ofrece un contraste con los resultados de las economías más desarrolladas, al mostrar si las dinámicas de innovación y crecimiento dependen en mayor medida de la inversión pública y de la actividad empresarial, o si la producción académica logra desempeñar un papel relevante en la industrialización.

De esta manera, el Panel 3 aporta evidencia sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan las economías en desarrollo dentro de APEC, y constituye un referente clave para

evaluar la validez de las hipótesis centrales en escenarios de menor madurez institucional y tecnológica.

VI.3.1. Prueba de dependencia transversal

En el tercer panel de análisis se aplicó la prueba de dependencia transversal de Pesaran (2004), para lo cual, la tabla correspondiente muestra los estadísticos CD y sus valores de significancia, permitiendo evaluar de manera directa la magnitud y relevancia de dichas correlaciones. En caso de detectarse dependencia transversal significativa, se justifica la adopción de estimadores que incorporen explícitamente factores comunes correlacionados, como el enfoque MG garantizando así la robustez de las inferencias y la consistencia de los resultados obtenidos en este panel.

Tabla 14.

Prueba de dependencia transversal para las economías en desarrollo de APEC

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	54.94	0.00	0.74	0.94	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto Público en Educación (total)	35.59	0.00	0.48	0.55	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	56.96	0.00	0.73	0.73	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	37.83	0.00	0.51	0.63	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 14 correspondiente al Panel 3 presenta los resultados del test de dependencia transversal aplicado a las economías emergentes incluidas en el estudio. El CD-test arroja valores elevados y p-valores iguales a 0.00 para todas las variables, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) con un nivel de confianza del 99%. Esto

indica que las observaciones entre países emergentes están correlacionadas, y que existen patrones compartidos en sus trayectorias de desarrollo industrial y actividad innovadora.

Los coeficientes de correlación media (ρ medio) y absoluta ($|\rho|$ medio) permiten caracterizar la intensidad de dicha dependencia, para lo cual, se puede observar que para la variable dependiente Desarrollo industrial (Y), medida por el PIBpc, se presenta una correlación media de 0.74 y absoluta de 0.94, lo que evidencia una fuerte interdependencia entre las economías emergentes en términos de desempeño económico. Este resultado sugiere que shocks externos, políticas regionales o dinámicas comerciales comunes pueden estar influyendo simultáneamente en sus niveles de industrialización.

El Gasto público en educación (X1), presenta una correlación media de 0.48 y absoluta de 0.55, es decir que, esta variable muestra una dependencia moderada entre gobiernos emergentes. La similitud en los patrones de inversión educativa puede reflejar esfuerzos convergentes por fortalecer el capital humano como estrategia de desarrollo, aunque con diferencias institucionales relevantes.

La Academia (X2), medida por los artículos científicos y técnicos presentan una correlación media y absoluta de 0.73, lo que indica una alta interdependencia en la generación de conocimiento. Este resultado podría estar vinculado a la creciente internacionalización de la investigación, la participación en redes regionales y la adopción de estándares globales de publicación.

Las Empresas (X3), medidas por la actividad empresarial innovadora a través de las solicitudes de patentes muestran una correlación media de 0.51 y absoluta de 0.63, lo que sugiere vínculos relevantes entre los ecosistemas productivos emergentes. Estos vínculos pueden derivarse de procesos de imitación tecnológica, integración en cadenas globales de valor o políticas industriales coordinadas.

Por lo anterior, los resultados confirman la presencia de dependencia transversal significativa en el Panel 3, lo que justifica el uso de estimadores robustos como el modelo de MG en los análisis posteriores. Además, la intensidad de las correlaciones sugiere que, pese a su heterogeneidad estructural, las economías emergentes comparten dinámicas regionales que deben ser consideradas en la interpretación de los efectos estimados.

VI.3.2. Prueba de raíz unitaria

En el tercer panel se aplicó la prueba CADF de Pesaran sobre las diferencias logarítmicas de las series, con el objetivo de verificar la estacionariedad en las tasas de crecimiento correspondientes. Los resultados plasmados en este apartado presentan los estadísticos y valores de significancia, los cuales permiten confirmar si las variables cumplen con la condición de integración en primera diferencia y, en consecuencia, si es posible avanzar hacia el análisis de cointegración en este conjunto de economías.

La Tabla 15 de este apartado presenta los resultados del test de raíces unitarias aplicado a las variables del Panel 3, correspondiente al grupo de economías emergentes. El objetivo es determinar el orden de integración de las series y verificar su estacionariedad, condición necesaria para evitar regresiones espurias y seleccionar técnicas econométricas apropiadas.

Tabla 15.

Prueba de raíces unitarias para las economías en desarrollo de APEC

Variable		Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Desarrollo Industrial (PIBpc)	Nivel	0	5.14	1.00	×
			1	4.41	1.00	×
			2	3.87	1.00	×
		Logaritmo	0	1.43	0.924	×
			1	0.01	0.50	×
			2	-0.59	0.28	×
		Δ Logaritmo	0	-9.92	0.00	✓
			1	-6.08	0.00	✓
			2	-3.22	0.00	✓
X1	Gobierno (Gasto Público en Educación (Total))	Nivel	0	0.86	0.81	×
			1	0.82	0.79	×
			2	2.48	0.99	×
		Logaritmo	0	1.28	0.90	×
			1	0.71	0.76	×
			2	2.42	0.99	×

X2	Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	Δ Logaritmo	0	-11.23	0.00	✓
			1	-7.03	0.00	✓
			2	-1.25	0.00	✓
		Nivel	0	11.00	1.00	✗
			1	7.27	1.00	✗
			2	6.97	1.00	✗
		Logaritmo	0	1.23	0.89	✗
			1	2.26	0.99	✗
			2	1.69	0.96	✗
		Δ Logaritmo	0	-10.78	0.00	✓
			1	-4.20	0.00	✓
			2	-1.48	0.07	✗
		Nivel	0	0.40	0.66	✗
			1	-0.50	0.310	✗
			2	1.61	0.946	✗
X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Logaritmo	0	-2.93	0.00	✓
			1	-2.29	0.01	✓
			2	2.68	1.00	✗
		Δ Logaritmo	0	-16.53	0.00	✓
			1	-11.59	0.00	✓
			2	-7.72	0.00	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados muestran que la mayoría de las series no son estacionarias en nivel ni en logaritmo, pero se vuelven estacionarias al aplicar la primera diferencia del logaritmo, lo que indica que son integradas de orden uno (I(1)).

Para el Desarrollo industrial (Y), el PIBpc no es estacionario ni en nivel ni en logaritmo, con p-valores iguales o superiores a 0.28 en todos los rezagos. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia logarítmica, los tres rezagos muestran valores de Z negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que confirma que la serie es I(1).

El Gasto público en educación (X1), tampoco es estacionaria en sus niveles originales ni en logaritmo, con p-valores cercanos a 1.00. En cambio, en primera diferencia logarítmica,

los tres rezagos muestran estacionariedad con $p = 0.00$, lo que indica integración de orden uno.

En la producción académica (X2), la serie presenta una clara no estacionariedad en nivel y logaritmo, con valores de Z muy altos y p-valores de 1.00. En primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 son significativos ($p = 0.00$), pero el rezago 2 arroja un p-valor de 0.07, lo que sugiere una posible raíz unitaria persistente. No obstante, la evidencia general permite asumir razonablemente que la serie es $I(1)$.

En las solicitudes de patentes (X3), la variable muestra un comportamiento mixto. Aunque no es estacionaria en nivel, sí lo es en logaritmo para los rezagos 0 y 1 ($p = 0.00$ y 0.01, respectivamente), lo que sugiere que la transformación logarítmica puede ser suficiente en ciertos casos. Sin embargo, la evidencia es aún más robusta en primera diferencia logarítmica, donde todos los rezagos son altamente significativos ($p = 0.00$), confirmando su integración de orden uno.

Los resultados del Panel 3 son consistentes con los observados en los paneles anteriores: las variables clave del modelo presentan propiedades de integración de orden uno, lo que justifica el uso de transformaciones logarítmicas en primera diferencia y permite avanzar hacia pruebas de cointegración.

VI.3.3. Análisis de cointegración

En el tercer panel se implementó la prueba de cointegración de Pedroni (2004), con el fin de evaluar si las variables mantienen relaciones estables de largo plazo, condición necesaria para la estimación de modelos que capturen efectos persistentes entre las economías incluidas.

La tabla correspondiente muestra los estadísticos de contraste y sus valores de significancia, lo que permite determinar la solidez de las relaciones de cointegración y establecer la base empírica para la especificación final del modelo MG.

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni para el Panel 3 muestran evidencia heterogénea respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos Phillips-Perron (-3.07; $p\text{-value} = 0.00$) y ADF (-2.76; $p\text{-value} = 0.00$) rechazan de manera contundente la hipótesis nula al 1%, confirmando la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables del panel. Estos hallazgos sugieren que, en este conjunto de economías, las series tienden a converger hacia un comportamiento común en el tiempo.

Tabla 16.*Análisis de raíces unitarias de Pedroni (2004) para las economías en desarrollo de APEC*

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	-1.41	0.08
Modified Phillips-Perron	-0.10	0.46
Phillips-Perron	-3.07	0.00
Augmented Dickey-Fuller	-2.76	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Por otro lado, el contraste *Modified variance ratio* (-1.41; p-value = 0.08) ofrece evidencia marginal, significativa únicamente al 10%, mientras que el *Modified Phillips-Perron* (-0.10; p-value = 0.46) no resulta significativo, por lo que bajo esta especificación no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración.

En conjunto, la evidencia de la Tabla 16 indica que, aunque no todos los estadísticos son consistentes, la mayoría de ellos, y especialmente los más robustos, respaldan la existencia de cointegración en el Panel 3. Esto permite concluir que las variables mantienen relaciones de largo plazo, lo que justifica avanzar hacia la estimación del modelo MG.

VI.3.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG

Al igual que en los casos anteriores, en el tercer panel se implementó la estimación con el modelo MG, con el propósito de obtener parámetros confiables en un contexto caracterizado por heterogeneidad estructural entre países.

Este enfoque metodológico asegura que los efectos de largo plazo identificados reflejen las dinámicas propias de cada economía y, posteriormente, se integren en un promedio consistente de coeficientes. La tabla correspondiente resume los resultados de las regresiones, permitiendo contrastar la magnitud y dirección de los efectos estimados con las hipótesis centrales de la investigación.

Tabla 17.
Modelo MG para las economías en desarrollo de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P- valor	Significancia
Gobierno (Gasto público en Educación (total))	0.077	3.04	0.00	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.021	1.07	0.28	✗
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.058	2.90	0.00	✓
Constante	0.022	3.85	0.00	✓

Nota: El error medio cuadrático (sigma) obtenido es de 0.03. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados del modelo MG aplicado al Panel 3, que agrupa a las economías en desarrollo, muestran relaciones diferenciadas entre las tres dimensiones de la Triple Hélice y el desarrollo industrial medido por el PIBpc.

El gobierno (gasto público en educación total) presenta un coeficiente de 0.077 con $Z=3.04$ y $p\text{-valor}=0.00$, confirmando que el gasto público en educación ejerce un efecto positivo y altamente significativo sobre el desarrollo industrial. En el caso de las economías en desarrollo, este resultado sugiere que la inversión estatal en capital humano es un factor decisivo para impulsar la productividad y la modernización industrial.

La academia (artículos en publicaciones científicas y técnicas) resulta particularmente peculiar en contraste con los modelos anteriores, puesto que su coeficiente de 0.021 con $Z=1.07$ y $p\text{-valor}=0.28$ no resulta estadísticamente significativo. Esto indica que, en el contexto de las economías en desarrollo, la producción académica en ciencia y tecnología aún no se traduce en impactos directos sobre el desarrollo industrial. La falta de significancia puede reflejar limitaciones en la capacidad de transferencia de conocimiento hacia el sector productivo o una menor articulación entre investigación y aplicación práctica, además de la disparidad en la producción científica respecto a las economías más avanzadas.

Las empresas (solicitudes de patentes totales) presentan un coeficiente de 0.058 con $Z=2.90$ y $p\text{-valor}=0.00$, lo cual muestra que la actividad empresarial innovadora contribuye

de manera significativa al desarrollo industrial. Aunque la magnitud del efecto es menor que la observada en el Panel 2, la evidencia confirma que la capacidad de generar patentes constituye un motor relevante para las economías en desarrollo, especialmente cuando se combina con políticas públicas de apoyo.

El valor positivo de la constante (0.022) con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$) sugiere la existencia de un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial, la integración regional o la expansión de sectores industriales básicos. Asimismo, el error medio cuadrático de 0.03 indica un ajuste adecuado del modelo, con errores relativamente bajos en la predicción del PIBpc.

Es con base en lo anterior, que se puede deducir que los coeficientes estimados en el Panel 3 permiten evidenciar el impacto marginal de cada dimensión de la Triple Hélice sobre el PIBpc en las economías en desarrollo.

El coeficiente de 0.077 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.077 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano es un factor decisivo para impulsar la productividad y la modernización industrial en este grupo de países.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.021 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementaría en 0.021 unidades; sin embargo, al no ser estadísticamente significativo ($p\text{-valor}=0.28$), este resultado evidencia que la producción académica aún no logra traducirse en mejoras directas del ingreso promedio. Esto refleja limitaciones en la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y la necesidad de fortalecer los mecanismos de articulación entre investigación y aplicación práctica.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.058, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.058 unidades en el PIBpc. Este hallazgo confirma que la innovación empresarial constituye un motor relevante del desarrollo industrial en las economías en desarrollo, aunque con menor magnitud relativa que en las economías avanzadas.

Finalmente, la constante positiva de 0.022 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en

el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial, la integración regional o la expansión de sectores industriales básicos.

Los resultados del Panel 3 muestran que el impacto sobre el PIBpc en las economías en desarrollo depende principalmente de la inversión pública en educación y de la actividad empresarial innovadora, mientras que la producción académica no presenta un efecto significativo. Esto evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de vinculación entre investigación y sector productivo, y confirma que la complementariedad entre gobierno y empresas constituye el núcleo del desarrollo industrial en este grupo de países, dinámica que el modelo MG logra capturar en presencia de heterogeneidad estructural entre economías.

VI.4. Resumen crítico y conclusiones del análisis de resultados

En este capítulo se presenta un andamiaje metodológico sólido para la estimación y discusión de resultados empíricos en el marco de la Triple Hélice aplicada al desarrollo industrial de las economías APEC. La secuencia analítica inicia con el diagnóstico de dependencia transversal, confirmando la existencia de correlaciones significativas entre las unidades del panel. Este hallazgo valida la pertinencia de utilizar estimadores robustos a la heterogeneidad y a la interdependencia, como el modelo MG, evitando sesgos en la inferencia.

Posteriormente, las pruebas de raíces unitarias evidencian que las series son no estacionarias en nivel, pero estacionarias en primera diferencia, lo que permite clasificarlas como integradas de orden uno ($I(1)$). Este resultado constituye un requisito indispensable para avanzar hacia pruebas de cointegración y garantiza que las estimaciones no incurran en regresiones espurias.

La aplicación de la prueba de cointegración de Pedroni confirma la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables, aunque con evidencia mixta en algunas especificaciones, lo que respalda la validez de modelar dinámicas de largo plazo, justificando la estimación mediante el enfoque MG, que reconoce la heterogeneidad estructural entre países y evita imponer homogeneidad en los parámetros.

La estimación del modelo MG en el Panel 1 (20 economías) muestra efectos positivos y significativos de las tres dimensiones de la Triple Hélice sobre el PIBpc: el gasto público en educación y la innovación empresarial tienen impactos equivalentes, mientras que la producción académica también contribuye, aunque con menor magnitud relativa.

En el Panel 2 (economías más desarrolladas), la innovación empresarial emerge como el factor de mayor peso, seguida por la academia y el gobierno, reflejando la madurez institucional y la capacidad de transferencia tecnológica de estos países.

En contraste, el Panel 3 (economías en desarrollo) evidencia que el gasto público en educación y la actividad empresarial son los principales motores del PIBpc, mientras que la academia no presenta un efecto significativo, lo que revela limitaciones en la articulación entre investigación y sector productivo.

Lo anterior confirma que el desarrollo industrial en APEC se sustenta en la interacción de los tres pilares de la Triple Hélice, pero con jerarquías distintas según el nivel de desarrollo. Esta evidencia aporta credibilidad y rigor técnico a la investigación, consolidando la pertinencia del modelo MG y ofreciendo una hoja de ruta replicable para futuros estudios que busquen cuantificar dinámicas similares en contextos internacionales.

Un aspecto relevante que emerge de este capítulo es la coherencia metodológica entre los diagnósticos iniciales y la especificación final del modelo. La secuencia que parte de la prueba de dependencia transversal, continúa con la verificación de raíces unitarias y culmina con la cointegración, asegura que las estimaciones del modelo MG no sean producto de supuestos arbitrarios, sino de un proceso riguroso que valida cada paso. Este enfoque fortalece la credibilidad de los hallazgos y aporta un marco replicable para investigaciones futuras en contextos similares.

Asimismo, el capítulo pone de relieve la importancia de reconocer la heterogeneidad estructural entre las economías de APEC. El modelo MG, al permitir coeficientes diferenciados por país y luego promediar sus efectos, evita el sesgo de imponer homogeneidad en contextos donde las trayectorias de desarrollo industrial son dispares. Esta decisión metodológica no sólo es técnica, sino también teórica, pues refleja la diversidad institucional y productiva del bloque y la necesidad de interpretaciones que respeten esa pluralidad.

Otro aporte significativo es la manera en que los resultados se vinculan con las hipótesis centrales de la tesis. El capítulo no se limita a presentar coeficientes y significancias, sino que los interpreta en función de la dinámica de la Triple Hélice. De este modo, se logra conectar la evidencia empírica con el marco conceptual, mostrando cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas se traduce en impactos diferenciados sobre

el PIBpc según el nivel de desarrollo de las economías. Esta articulación entre teoría y resultados empíricos refuerza la solidez del argumento central de la investigación.

Finalmente, el capítulo abre un espacio para reflexionar sobre las implicaciones de política pública derivadas de los hallazgos. En las economías avanzadas, la prioridad es potenciar la innovación empresarial y la transferencia académica; en las emergentes, fortalecer la educación y los mecanismos de articulación entre ciencia y sector productivo; y en el conjunto del bloque, promover la complementariedad de los tres pilares. Esta lectura estratégica convierte los resultados en insumos útiles para diseñar políticas diferenciadas, capaces de responder a las necesidades específicas de cada grupo de economías dentro de APEC.

Discusión de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC

Introducción al capítulo

El presente capítulo aborda la discusión y análisis comparativo de los resultados obtenidos en la estimación del modelo MG aplicado a las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), así como a los subconjuntos de economías más desarrolladas y en desarrollo. El propósito central es contrastar la magnitud, significancia y dirección de los efectos de la Triple Hélice sobre el desarrollo industrial medido a través del Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), destacando tanto los patrones comunes como las diferencias estructurales que emergen entre los paneles.

La estructura del capítulo se organiza en torno a un examen detallado de cada dimensión, seguido por la identificación de jerarquías de impacto y la interpretación de los componentes estructurales de crecimiento. Este enfoque permite no sólo validar la robustez de los hallazgos, sino también ofrecer una lectura crítica sobre los canales de transmisión y las causas plausibles que explican las variaciones observadas.

Asimismo, el capítulo enfatiza la importancia de reconocer la heterogeneidad institucional y productiva dentro de APEC, mostrando cómo las dinámicas de capital humano, producción científica e innovación empresarial se manifiestan de manera diferenciada según el nivel de desarrollo. Esta comparación aporta evidencia empírica para sustentar hipótesis sobre la trayectoria del desarrollo industrial y para derivar implicaciones de política pública adaptadas a cada contexto.

Finalmente, se presenta una discusión que contempla la presentación de coeficientes y significancias, convirtiéndose en una reflexión sobre el rol de la Triple Hélice en la

construcción de un desarrollo industrial inclusivo y sostenido. Lo anterior conlleva a que el capítulo ofrezca una síntesis integral que conecta la evidencia empírica con el marco teórico y con las recomendaciones prácticas, consolidando la pertinencia del modelo MG como herramienta para comprender la dinámica diferenciada del crecimiento en la región APEC.

VII.1. Análisis comparativo entre paneles

El análisis comparativo entre paneles constituye un paso clave para comprender cómo los determinantes del desarrollo industrial operan bajo distintos contextos de heterogeneidad estructural dentro de APEC.

La Tabla 18 sintetiza los resultados del modelo MG aplicados al conjunto total de veinte economías, al subconjunto de las más desarrolladas y al grupo de economías en desarrollo, permitiendo contrastar la magnitud, significancia y dirección de los efectos asociados a las tres dimensiones de la Triple Hélice: gobierno, academia y empresas.

Este contraste no sólo revela patrones comunes, como la relevancia transversal del gasto público en educación, sino también diferencias sustantivas en la capacidad de la producción académica y de la innovación empresarial para incidir en el PIBpc según el nivel de desarrollo. De este modo, la comparación entre paneles ofrece una visión integral que enriquece la interpretación de los resultados y aporta evidencia empírica para sustentar hipótesis sobre la dinámica diferenciada del desarrollo industrial en la región.

Los resultados presentados en la Tabla 18 muestran tres patrones nítidos:

Primero, el gasto público en educación es positivo y significativo en los tres paneles, con magnitudes muy cercanas: Panel 1=0.076, Panel 2=0.074 y Panel 3=0.077. Este hallazgo señala un efecto transversal del capital humano sobre el PIBpc, independientemente del estado de desarrollo.

Segundo, la producción académica (artículos científicos y técnicos) es significativa y con mayor impacto en las economías avanzadas (Panel 2=0.069) que en el conjunto total (Panel 1=0.039), mientras que no es significativa en las economías en desarrollo (Panel 3=0.021, $p=0.28$).

Tercero, la innovación empresarial medida por solicitudes de patentes es el factor más potente en el Panel 2 (0.107), sustantivo en el Panel 1 (0.076) y positivo pero menor en el Panel 3 (0.058). Las constantes difieren: más alta en Panel 3 (0.022), intermedia en Panel 1

(0.018) y menor en Panel 2 (0.013), sugiriendo distintos componentes estructurales de crecimiento.

Tabla 18.
Comparativa de estimaciones del modelo MG entre las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Veinte economías (Panel 1)			Economías desarrolladas (Panel 2)			Economías en desarrollo (Panel 3)		
	Coeficiente	Z	p-valor	Coeficiente	Z	p-valor	Coeficiente	Z	p-valor
Gobierno (Gasto Público en Educación, total)	0.076	4.09	0.00	0.074	2.25	0.03	0.077	3.04	0.00
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.039	3.89	0.00	0.069	2.77	0.01	0.021	1.07	0.28
Empresas (Solicitudes de Patentes, totales)	0.076	2.41	0.02	0.107	2.97	0.00	0.058	2.90	0.00
Constante	0.018	4.95	0.00	0.013	5.57	0.00	0.022	3.85	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

VII.2. Gobierno: magnitud similar, mecanismos distintos

El gasto público en educación, como proporción del PIB, presenta magnitudes prácticamente equivalentes y altamente significativas en Paneles 1 y 3, y ligeramente menos robusta en Panel 2.

En el Panel 1, el coeficiente de 0.076 implica que incrementos unitarios en la inversión educativa se traducen en mejoras consistentes del PIBpc, reflejando que el capital humano sostiene tanto la consolidación de capacidades básicas como la transición hacia sectores más complejos en el promedio APEC. Esta elasticidad promedio está sustentada por economías con necesidades distintas, pero con un denominador común: la educación eleva productividad y empleabilidad, y habilita adopción tecnológica.

En las economías más desarrolladas, el coeficiente de 0.074 con $p=0.03$ sugiere un efecto claro, aunque con menor robustez estadística relativa. En economías avanzadas, los sistemas educativos suelen estar consolidados, por lo que el retorno marginal de gasto adicional puede ser decreciente si no se orienta a habilidades de frontera, reconversión laboral y vinculación con ecosistemas de innovación. La menor robustez puede reflejar que parte del impacto del capital humano se canaliza a través de variables no incluidas o más cercanas a la empresa (Investigación más Desarrollo (I+D) privado, capital intangible), difuminando su efecto directo. No obstante, la significancia confirma que incluso en niveles altos de desarrollo, la educación sigue siendo un insumo crítico para sostener la competitividad.

En las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.077 con alta significancia sugiere retornos marginales elevados del gasto educativo. Esto es consistente con economías en fase de construcción de capacidades, en las que mejoras en cobertura, calidad básica, formación técnica y pertinencia curricular se traducen en ganancias rápidas de productividad.

En ese mismo sentido, la educación impulsa movilidad laboral, formalización y adopción de técnicas de producción más eficientes, y prepara el terreno para la transición sectorial hacia actividades de mayor valor agregado.

Lo anterior conlleva a deducir que, el gasto educativo funciona como palanca de modernización más inmediata que la producción científica formal, cuyo efecto requiere de sólidos puentes de transferencia.

VII.3. Academia: fuerte en avanzadas, moderada en el agregado, nula en desarrollo

La producción académica exhibe un gradiente definido: mayor impacto en economías avanzadas, moderado en el conjunto total y no significativo en economías en desarrollo. En el Panel 2, el coeficiente de 0.069 indica que la publicación científica y técnica se traduce en mejoras del PIBpc, lo cual es coherente con sistemas de ciencia consolidados y con densidad de vínculos universidad-empresa, oficinas de transferencia de tecnología, patentes

universitarias y cultura de emprendimiento científico. En este contexto, el conocimiento se transforma con menores rezagos en innovaciones y procesos productivos que elevan productividad total de factores y salarios, cerrando el circuito desde el artículo científico al impacto económico.

En el Panel 1, el coeficiente de 0.039, aunque significativo, es menor que en el Panel 2. El promedio APEC mezcla economías con gran capacidad de transferencia con otras donde la articulación es débil. La heterogeneidad diluye el efecto agregado: allí donde el ecosistema de innovación está maduro, el conocimiento impacta con fuerza; donde están en construcción, el impulso de la academia tarda más en materializarse. No obstante, se puede destacar que, en promedio, publicar ciencia y técnica aporta al PIBpc, aunque con menor intensidad que la empresa y el gasto educativo, reflejando la necesidad de fortalecer mecanismos de conexión y absorción.

Para las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.021 no significativo describe una brecha. Publicar no basta si la infraestructura de transferencia tecnológica, la demanda de innovación y las capacidades de absorción industrial son limitadas. La falta de impacto directo sugiere que los artículos no se traducen aún en procesos, productos o mejoras organizacionales que eleven el ingreso per cápita. Esto puede obedecer a calidad y pertinencia temáticas desalineadas con necesidades productivas, escasez de financiamiento competitivo, ausencia de intermediarios tecnológicos, debilidad en propiedad intelectual y limitada cultura de colaboración con la industria.

De manera general, se puede concluir que, sin puentes efectivos, el conocimiento queda aislado, y como es bien conocido por los investigadores, las investigaciones y sus lectores terminan siendo los mismos investigadores, quedando esto en sólo conocimiento que no trasciende.

VII.4. Empresas: motor principal en avanzadas, positivo en el conjunto, menor en desarrollo

La innovación empresarial, capturada por las solicitudes de patentes, es el determinante con mayor magnitud en el Panel 2 (0.107), es sustantiva en el Panel 1 (0.076) y mantiene un efecto positivo en el Panel 3 (0.058), aunque con menor intensidad. En economías avanzadas, la combinación de mercados de capital sofisticados, protección efectiva de propiedad intelectual, capacidades de diseño e ingeniería, y plataformas de escalamiento global facilita

que las patentes reflejen innovación comercializable con impactos directos en productividad y salarios. La empresa lidera la jerarquía de efectos, con academia y gobierno como soportes que elevan su eficiencia.

Para las veinte economías, el coeficiente de 0.076 muestra que, en el promedio del bloque, la actividad empresarial innovadora empuja el PIBpc con fuerza comparable al gasto educativo. Este equilibrio sugiere que, allí donde la empresa innova, el gobierno provee capital humano y la academia aporta conocimiento, la complementariedad se traduce en beneficios económicos tangibles. El resultado invita a pensar en políticas que no sólo incrementen la oferta de innovaciones, sino que mejoren su difusión y adopción sectorial, integrando cadenas de valor y estándares que permitan ganar escala.

Por otro lado, para las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.058 confirma la relevancia de la innovación empresarial, aunque con menor potencia relativa. Es frecuente que la innovación sea incremental, de adaptación o no intensiva en patentes, y que existan brechas de financiamiento y aplicación de propiedad intelectual.

Aunado a lo anterior, las estructuras productivas con menor complejidad tecnológica pueden limitar el efecto de la patente sobre el PIBpc. A pesar de ello, el hallazgo sugiere que fortalecer la capacidad de generar, proteger y aprovechar innovaciones, incluso si son por vía de mecanismos alternativos como secreto industrial, estándares o diseños, resulta clave para elevar el ingreso per cápita y gestionar el desarrollo industrial.

VII.5. Jerarquía e interacción de los pilares por panel

La jerarquía de efectos ordena las prioridades estratégicas. Para las economías desarrolladas, el orden es el siguiente:

empresas > academia $\approx$ gobierno:

donde la empresa lidera, mientras que la academia y el gobierno sostienen su eficacia, apuntalando cadenas de valor intensivas en conocimiento y sectores de alta tecnología.

Mientras que, en las economías en desarrollo, el orden es el siguiente:

(gobierno > empresas) > academia

donde la academia es significativamente menor, la educación pública es la palanca principal, la empresa innova, pero en menor escala, y la academia necesita cerrar la brecha de transferencia.

No obstante, para las veinte economías el orden correspondiente es:

gobierno $\approx$ empresas $>$ academia

donde el promedio del bloque muestra que el capital humano y la capacidad de innovación aplicada sustentan el PIBpc, con la academia contribuyendo, pero con menor peso relativo por la heterogeneidad.

Esta jerarquía sugiere que la política óptima debe ser contingente al estado de desarrollo.

En economías avanzadas, maximizar retornos requiere combinar instrumentos que aceleren el escalamiento empresarial con agendas de investigación alineadas a retos sectoriales y capital humano de frontera.

En economías en desarrollo, el mayor retorno marginal está en educación y en mecanismos de innovación adaptativa de la empresa, mientras que la academia necesita una reforma de transferencia tecnológica y pertinencia para que sus resultados impacten el PIBpc.

VII.6. Constantes y componentes estructurales

Las constantes del modelo ofrecen una lectura complementaria.

Panel 3 (0.022) $>$ Panel 1 (0.018) $>$ Panel 2 (0.013)

lo cual sugiere que las economías en desarrollo presentan un componente estructural de crecimiento relativamente alto, posiblemente asociado a convergencia, urbanización, apertura comercial, demografía y expansión de sectores básicos.

En las economías desarrolladas el valor reducido de la constante sugiere que el crecimiento se explica principalmente por la incorporación y aprovechamiento directo de factores tangibles, como son la innovación, el capital humano y la tecnología, mientras que los impulsos estructurales generales de la economía tienen un peso menor en su dinámica.

Las veinte economías en conjunto, el valor intermedio refleja la mezcla de ambas realidades. Estas diferencias importan porque ayudan a explicar por qué, a igual variación en los pilares, el PIBpc puede responder de forma distinta según el entorno estructural de cada economía en particular.

VII.7. Robustez y heterogeneidad: por qué el MG es coherente con los hallazgos

El estimador MG permite que cada economía tenga sus propios parámetros y promedia los coeficientes, respetando la heterogeneidad. Esto es crucial para evitar sesgos por imposición

de homogeneidad cuando, en realidad, los mecanismos de transmisión difieren según capacidades de absorción, estructuras sectoriales, instituciones y grado de integración global.

El patrón de significancias y magnitudes (academia fuerte en Panel 2, no significativa en Panel 3; empresa dominante en Panel 2; educación robusta y estable en los tres) refuerza que el MG captura adecuadamente diferencias sistémicas. La variación en los estadísticos Z y p-valores sugiere que la dispersión intragrupal es mayor donde la estructura es menos homogénea (economías en desarrollo) y menor donde los sistemas están más maduros (economías desarrolladas).

VII.8. Causas plausibles y canales de transmisión

En el caso del gobierno, los canales incluyen mejora de calidad educativa, expansión de formación técnica, actualización curricular orientada a habilidades digitales, y políticas de transición escuela-trabajo. Estos canales son más inmediatos en economías en desarrollo, donde la brecha de calidad y cobertura es mayor, y más indirectos en economías avanzadas, donde el foco debe estar en recapitación, mejora de habilidad y educación continua.

En la academia, el impacto depende de la calidad de la investigación, su pertinencia sectorial, la existencia de oficinas de transferencia, licenciamiento, empresas derivadas y la articulación con cadenas de suministro. En economías avanzadas, estos canales están activos, mientras que, en las economías en desarrollo, tienden a ser fragmentarios y parciales.

En las empresas, los canales pasan por inversión en I+D, adopción tecnológica, capacidad de escalado, protección de propiedad intelectual y acceso a capital de riesgo, todo lo cual es más robusto en economías avanzadas y más incipiente en las en desarrollo.

VII 7.9. Contrastes de gobierno, academia y empresas en el desarrollo industrial

Al comparar el Gobierno entre paneles, la similitud de coeficientes evidencia que el capital humano es condición necesaria en todo el bloque, pero su retorno marginal y robustez difieren por el grado de madurez institucional. En las economías en desarrollo presenta alta significancia y sugiere efectos inmediatos.

En las economías desarrolladas, aunque significativo, muestra menor Z, probablemente por canales más indirectos y por la necesidad de orientar el gasto a habilidades de frontera para evitar rendimientos decrecientes. Mientras que las veinte economías confirman el efecto promedio estable del bloque.

Al contrastar la Academia, el salto de 0.039 en Panel 1 a 0.069 en Panel 2 indica que, donde los sistemas de transferencia funcionan, publicar tiene mayor repercusión económica. La no significancia en las economías en desarrollo, constituye el contraste más contundente: sin mecanismos que conviertan conocimiento en innovación utilizable, la academia no impacta en el PIBpc como si lo hace en las economías desarrolladas. Esta diferencia subraya la importancia de capacidades de absorción, regulación de propiedad intelectual, intermediación tecnológica y cultura de cooperación.

Por otra parte, en las Empresas, la jerarquía:

$$0.107 \text{ (Economías desarrolladas)} > 0.076 \text{ (Veinte economías)} > 0.058 \text{ (Economías en desarrollo)}$$

sintetiza la madurez de los ecosistemas de innovación. En economías avanzadas, la patente es *proxy* de innovación aplicada con impacto directo; en economías en desarrollo, la innovación puede ser menos patentable o de naturaleza incremental, y encuentra fricciones de financiamiento y protección de propiedad intelectual. En las veinte economías, como promedio, refleja el efecto medio, confirmando que la empresa es motor clave en APEC, pero con intensidades moduladas por el entorno.

VII.10. Rutas diferenciadas de política: estrategias educativas, científicas y empresariales para el desarrollo industrial en APEC

En las economías desarrolladas, las prioridades son el acelerar la innovación empresarial de frontera (tecnología avanzada, inteligencia artificial, biotecnología, energías limpias, entre otras), el fortalecer la protección y gestión internacional de propiedad intelectual, el ampliar los mercados de adopción temprana mediante compras públicas innovadoras, y el alinear agendas académicas con misiones sectoriales estratégicas. En educación, el foco debe estar en reconversión y habilidades avanzadas, evitando el estancamiento de retornos marginales.

En las economías en desarrollo, el énfasis debe colocarse en elevar la calidad educativa, pertinencia técnica, formación dual y puentes entre escuela e industria. En academia, es imprescindible profesionalizar la transferencia tecnológica, crear consorcios públicos y privados, mejorar incentivos de colaboración y fortalecer capacidades de absorción empresarial. En empresas, conviene promover innovación adaptativa, estándares, diseño y mecanismos alternativos de protección, además de mejorar la aplicación de propiedad intelectual y el acceso a financiamiento de riesgo.

Para las veinte economías, como promedio del bloque, las políticas deben centrarse en la complementariedad: capital humano que alimente la empresa innovadora y academia que produzca conocimiento transferible. La coordinación regional APEC puede facilitar la difusión de mejores prácticas, interoperabilidad de estándares, y cooperación científica e industrial, reduciendo la brecha entre economías.

VII.11. Consideraciones metodológicas y de medición

Es relevante recordar que las variables están medidas en escalas agregadas (porcentaje del PIB, publicaciones de artículos y solicitudes de patentes), para lo cual, el porcentaje de gasto educativo puede tener efectos distintos según el tamaño del PIBpc y la eficiencia del gasto.

Los artículos reflejan producción indexada, que puede subestimar investigación local o aplicada no indexada; aun así, el contraste de significancias entre paneles sugiere que no es sólo medición, sino estructura de transferencia.

Las patentes capturan innovación formal, pero existen innovaciones no patentables con impacto económico que podrían sesgar a la baja el efecto en las economías en desarrollo.

El MG, al promediar coeficientes individuales, mitiga sesgos de imposición de homogeneidad, pero no sustituye análisis micro sectoriales que expliquen variaciones internas de cada país.

VII.12. Posibles fuentes de sesgo

Las diferencias en calidad institucional, apertura comercial, estabilidad macro, demografía y estructura sectorial pueden influir en la relación entre variables y PIBpc.

Para las economías desarrolladas, la alta calidad institucional puede canalizar efectos de la academia y la empresa con mayor eficiencia, elevando así los coeficientes.

Por otra parte, en las economías en desarrollo, la volatilidad económica y las restricciones crediticias pueden amortiguar el impacto empresarial y anular el efecto académico.

Aunado a lo anterior, la endogeneidad potencial entre variables (por ejemplo, mayor PIBpc generando más demanda de educación, publicaciones y patentes) se aborda en la estrategia econométrica del capítulo, pero su persistencia residual podría matizar interpretaciones, especialmente en el corto plazo.

VII.13. De la evidencia al rumbo: contrastes de la Triple Hélice y estrategias de desarrollo industrial en APEC

En las veinte economías de APEC, el capital humano y la innovación empresarial sostienen el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), mientras que la academia contribuye con menor intensidad por la heterogeneidad del bloque.

En las economías avanzadas, la empresa lidera, la academia impulsa y el gobierno habilita; la interacción es densa y eficiente, lo que explica coeficientes altos y significativos.

En las economías en desarrollo, la educación pública es la palanca central y la empresa aporta, pero la academia aún no se refleja de manera trascendental en el PIBpc, señalando con ello el cuello de botella en transferencia tecnológica y la absorción industrial.

Las constantes refuerzan que el crecimiento estructural es mayor en economías en desarrollo, mientras que en avanzadas depende más de insumos explícitos.

Es con base en todo lo planteado en este capítulo que se debe remarcar que, el diseño de política debe ser diferenciado. En las economías más desarrolladas, maximizar el impacto exige profundizar la innovación de frontera y acelerar transferencia académica, en las economías en desarrollo, el mayor retorno marginal está en educación y en construir puentes efectivos entre ciencia y empresa, junto con instrumentos de innovación adaptativa.

En el conjunto de las economías pertenecientes al APEC, la clave es la coordinación de los tres pilares:

- Gobierno que invierte en habilidades pertinentes.
- Academia que produce conocimiento transferible.
- Empresas que convierten ese conocimiento en valor económico.

Sólo así, se consolidará una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido del PIBpc en el bloque.

VII.14. Resumen crítico y conclusiones de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC

En el conjunto de las veinte economías, el capital humano y la innovación empresarial muestran efectos equilibrados y significativos sobre el PIBpc, mientras que la academia contribuye con menor intensidad debido a la heterogeneidad estructural del bloque. Este hallazgo refleja que, en promedio, la complementariedad entre gobierno y empresas

constituye el núcleo del desarrollo industrial, con la academia desempeñando un papel secundario pero necesario para sostener la dinámica de innovación.

En las economías más desarrolladas, la empresa emerge como el motor principal del crecimiento, con un coeficiente superior al de los otros pilares, lo que evidencia la capacidad de transformar conocimiento en innovación aplicada y comercializable. La academia también presenta un efecto significativo, reforzando la idea de que la investigación científica y técnica se traduce en impactos económicos tangibles cuando existen mecanismos de transferencia consolidados. El gobierno, aunque con menor robustez estadística, sigue siendo un habilitador clave, especialmente en la formación de capital humano avanzado y en la creación de condiciones institucionales que potencian la innovación empresarial.

En contraste, las economías en desarrollo muestran una dinámica diferente: el gasto público en educación es la palanca central del desarrollo industrial, con retornos marginales elevados que reflejan la importancia de construir capacidades básicas y técnicas. La empresa también contribuye de manera significativa, aunque con menor magnitud que en las economías avanzadas, lo que sugiere que la innovación empresarial en estos contextos es más incremental y enfrenta limitaciones de financiamiento y protección de propiedad intelectual. La academia, en cambio, no presenta un efecto significativo, lo que revela un cuello de botella en la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y la necesidad de fortalecer los mecanismos de articulación entre investigación y empresa.

Finalmente, las constantes del modelo refuerzan que, en las economías en desarrollo, el crecimiento estructural es mayor y responde a factores como urbanización, apertura comercial y expansión de sectores básicos; en las avanzadas, depende más de insumos explícitos como innovación y capital humano; y en promedio para las veinte economías, se refleja una combinación de ambas realidades.

Con base en lo planteado a lo largo de este séptimo capítulo se considera que, la evidencia empírica sustenta la hipótesis de que el diseño de política debe ser diferenciado: en las economías avanzadas, profundizar en potenciar la innovación y acelerar la transferencia académica; en las economías en desarrollo, se debe invertir en educación y construir puentes efectivos entre ciencia y empresa; y en general, para todo APEC, se deben coordinar los tres pilares para consolidar una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido.

Conclusiones generales

El análisis realizado en la presente investigación permite comprender con mayor profundidad la dinámica que subyace al desarrollo industrial en las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), destacando el papel de la interacción entre gobierno, academia y empresas como eje articulador de la innovación y la competitividad. A lo largo del estudio se comprobó que la complementariedad de estos tres pilares constituye un determinante robusto del crecimiento industrial, aunque su impacto varía en función del nivel de madurez institucional y tecnológica de cada país. Esta heterogeneidad revela que el modelo de la Triple Hélice, si bien es un marco teórico válido y ampliamente reconocido, no opera de manera uniforme en todos los contextos, sino que su efectividad depende de las condiciones estructurales y culturales propias de cada economía.

En ese mismo sentido, los hallazgos empíricos confirman la hipótesis central y aportan evidencia diferenciada que permite matizar la relación entre los actores. Mientras que en las economías avanzadas la innovación empresarial emerge como el motor principal, en las economías en desarrollo la inversión pública en educación y la capacidad de absorción tecnológica de las empresas resultan más decisivas, quedando la academia rezagada en su impacto directo. Estas diferencias no sólo reflejan brechas tecnológicas, sino también institucionales y culturales, lo que subraya la necesidad de diseñar políticas adaptadas a cada nivel de desarrollo y evitar enfoques homogéneos que puedan profundizar las desigualdades.

Es con base en lo anterior que, las presentes conclusiones generales tienen por objetivo sintetizar los principales aportes teóricos y empíricos de la investigación, al tiempo que se ofrecen recomendaciones concretas para fortalecer la interacción entre los tres pilares en distintos escenarios de desarrollo. El propósito es que estas reflexiones sirvan como guía para la formulación de políticas públicas, estrategias académicas y prácticas empresariales que, en conjunto, permitan consolidar un modelo de crecimiento industrial inclusivo, sostenible y resiliente en el marco de APEC y frente a los desafíos globales de la economía contemporánea.

Es trascendental resaltar que la presente investigación tuvo como propósito analizar la relación entre el gobierno, la academia y las empresas en el desarrollo industrial de las economías de APEC, utilizando pruebas de cointegración en paneles diferenciados por nivel

de desarrollo, así como el estimador MG. El objetivo central fue comprobar si la interacción de estos tres pilares constituye un determinante robusto del desarrollo industrial, y si su impacto varía según el grado de madurez institucional y tecnológica de cada economía.

Los resultados empíricos confirman la hipótesis planteada: el desarrollo industrial se sustenta en la complementariedad de los tres actores, aunque la magnitud y significancia de sus efectos difieren entre paneles. En las economías más desarrolladas (Panel 2), la innovación empresarial medida por las solicitudes de patentes es el factor más determinante, mientras que en las economías en desarrollo (Panel 3) el gasto público en educación y la actividad empresarial emergen como los pilares más sólidos, quedando la academia rezagada en su capacidad de impacto directo. En el Panel 1, que agrupa veinte economías, se observa un equilibrio más claro entre los tres factores, con efectos significativos y complementarios.

Dichos hallazgos se alinean con lo postulado por Vázquez (2007), en la teoría del desarrollo endógeno, quien subraya el papel del capital humano y la innovación como motores internos del crecimiento, y con la perspectiva de los sistemas nacionales de innovación planteada por Lundvall (2007), que enfatizan la interacción institucional como condición para transformar conocimiento en productividad. Asimismo, la evidencia respalda el modelo de la Triple Hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), al mostrar que el desarrollo industrial depende de la articulación entre gobierno, universidad y empresa, aunque con intensidades distintas según el nivel de desarrollo.

Respecto al análisis de los paneles, el Panel 1 (20 economías) confirma la complementariedad de los tres pilares. El gasto público en educación y la producción académica tienen efectos significativos y similares (coeficientes de 0.08), mientras que las patentes empresariales muestran un efecto positivo, aunque menor (0.04). Esto sugiere que, en un conjunto amplio y heterogéneo de economías, el equilibrio entre inversión estatal, generación de conocimiento y actividad empresarial innovadora es clave para sostener el desarrollo industrial.

El Panel 2 (economías más desarrolladas), sugiere que la innovación empresarial es el motor principal (coeficiente de 0.11), superando al gasto público en educación (0.07) y a la producción académica (0.07). Esto refleja que, en contextos avanzados, con instituciones consolidadas y sistemas educativos maduros, la capacidad de transformar conocimiento en

aplicaciones productivas mediante patentes es el factor decisivo para mantener la competitividad industrial.

Por otro lado, el Panel 3 (economías en desarrollo), permite observar que el gasto público en educación (0.08) y las patentes empresariales (0.06) son significativos, mientras que la producción académica no muestra impacto directo (0.02; $p=0.28$). Esto evidencia que en las economías en desarrollo la investigación científica aún no logra vincularse de manera efectiva con el sector productivo, lo que limita su contribución al desarrollo industrial.

En ese mismo sentido, este hallazgo también revela una dimensión crítica: la brecha no sólo es tecnológica, sino también cultural e institucional. En muchos países en desarrollo, la academia sigue orientada a la publicación como fin en sí mismo, mientras que las empresas carecen de incentivos para absorber conocimiento externo. La ausencia de intermediarios tecnológicos y de políticas de transferencia activa genera un círculo vicioso en el que la investigación permanece encapsulada y la industria opera con innovaciones incrementales, sin lograr converger hacia la gestión tecnológica y la transferencia y aplicación del conocimiento.

Con base en lo anterior se puede atender la pregunta central: ¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”, para lo cual, basándose en la evidencia teórica, empírica y econométrica desarrollada en los capítulos III, IV, VI y VII, es posible evidenciar que la causación vinculatoria de la Triple Hélice ha tenido un impacto positivo, significativo y estadísticamente robusto en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC durante el periodo 1993-2024, aunque dicho impacto no ha sido homogéneo ni lineal entre países.

Los resultados confirman que la interacción entre gobierno, academia y empresas constituye un mecanismo estructural de impulso al desarrollo industrial, pero su efectividad depende de las condiciones institucionales, del nivel de desarrollo y del grado de madurez de los sistemas nacionales de innovación.

Desde una perspectiva agregada, la estimación mediante el modelo Mean Group (MG, *por sus siglas en inglés*), muestra la existencia de una relación de largo plazo entre los tres pilares de la Triple Hélice y el desempeño industrial, lo que valida la hipótesis central de la investigación. Sin embargo, el análisis desagregado por paneles revela que la magnitud,

jerarquía y canales de transmisión de esta relación difieren sustancialmente entre economías avanzadas y economías en desarrollo. En consecuencia, el impacto de la Triple Hélice no debe entenderse como un efecto mecánico, sino como un proceso de causación acumulativa condicionado por trayectorias históricas, capacidades productivas y concordancias institucionales específicas.

En consecuencia, se puede dar respuesta a las preguntas específicas:

- “¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: Los resultados evidencian que la injerencia gubernamental ha sido un factor relevante y persistente en el desarrollo industrial de las economías de APEC, aunque con mecanismos diferenciados.

En el conjunto total de países, el gasto público en educación, utilizado como *proxy* de la acción estatal, presenta un efecto positivo y significativo, lo que sugiere que el Estado ha desempeñado un papel habilitador al fortalecer el capital humano y crear condiciones básicas para la industrialización.

No obstante, el análisis comparativo indica que, en las economías más desarrolladas, la acción gubernamental opera principalmente como un catalizador indirecto, orientado a la regulación, la coordinación y el diseño de marcos institucionales estables, mientras que en las economías en desarrollo su papel es más directo y compensatorio, supliendo carencias estructurales del sistema productivo y científico. Esto confirma que la intervención estatal no pierde relevancia con el desarrollo, pero sí transforma su naturaleza y sus instrumentos.

- “¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: La evidencia empírica muestra que la importancia de la academia en el desarrollo industrial de las economías de APEC ha sido claramente asimétrica.

En las economías avanzadas, la producción científica y técnica se asocia de manera positiva y significativa con el desempeño industrial, lo que refleja la existencia de sistemas consolidados de transferencia de conocimiento, vínculos entre universidad y empresa funcionales, y una orientación de la investigación hacia la innovación aplicada.

En contraste, en las economías en desarrollo la variable académica no resulta estadísticamente significativa, lo que no implica irrelevancia del conocimiento, sino más bien la presencia de fallas estructurales en los mecanismos de vinculación, absorción tecnológica y traducción del conocimiento en resultados productivos, este fenómeno es algo ya conocido entre investigadores, principalmente latinoamericanos, donde uno de los problemas más comentados, es el desaprovechamiento de la producción científica, es decir, si se produce desde la academia, pero los únicos lectores son los mismos investigadores del ramo que se interesan por, regularmente, producir en temáticas convergentes, no obstante, dichas investigaciones no trascienden a una aplicación práctica que genere impactos de desarrollo.

Con base en los resultados teóricos y empírico obtenidos para esta pregunta, se refuerza la idea de que la academia, por sí sola, no genera desarrollo industrial si no existe un entorno institucional y empresarial capaz de incorporar y transformar dicho conocimiento en innovación.

- “¿Cómo han impactado las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: Los resultados confirman que las empresas han sido el componente más dinámico y determinante de la Triple Hélice en el desarrollo industrial de APEC, particularmente en las economías más desarrolladas.

La actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, muestra el mayor coeficiente y significancia estadística, lo que evidencia que la innovación endógena, la capacidad tecnológica y la apropiación del conocimiento son los principales motores del crecimiento industrial en contextos avanzados.

En las economías en desarrollo, aunque el efecto empresarial es de menor magnitud, sigue siendo positivo y relevante, lo que indica que el fortalecimiento del sector productivo y de su capacidad innovadora es una condición necesaria, aunque no suficiente, para avanzar en el proceso de industrialización.

De manera general, se puede concluir de las respuestas a las preguntas de investigación que, los hallazgos sugieren que la Triple Hélice ha impactado de manera efectiva el desarrollo industrial de las economías de APEC entre 1993 y 2024, pero lo ha

hecho a través de rutas diferenciadas. Mientras que en las economías avanzadas predomina una dinámica impulsada por las empresas, con un Estado facilitador y una academia altamente integrada al sistema productivo, en las economías en desarrollo el proceso descansa en mayor medida en la acción gubernamental y en la construcción gradual de capacidades empresariales, con una academia aun débilmente articulada.

Dicha evidencia, respalda la necesidad de diseñar e implementar políticas industriales y de innovación diferenciadas, ajustadas al nivel de desarrollo y a las capacidades institucionales de cada economía. Al mismo tiempo, confirma el carácter contextual y no universalista del modelo de la Triple Hélice, en concordancia con lo señalado por Leydesdorff (2012). Si bien este autor reconoce la posibilidad de ampliar el modelo hacia una N-tuple Hélice, advierte que lo más viable es mantener la base inicial de la Triple Hélice, dado que ya resulta complejo lograr la convergencia efectiva de los actores bajo esquemas “innovadores”, más allá de las modalidades “laissez-faire” o “estatistas”.

En este marco, la incorporación de actores adicionales plantea retos significativos. Por ejemplo, aunque es deseable incluir a la sociedad civil, en muchas economías que aún operan bajo modelos predominantemente estatistas resulta difícil otorgarle un papel activo y con capacidad de decisión equivalente al de los otros pilares. La situación se complica aún más cuando se busca integrar dimensiones como el medio ambiente u otros actores que, por su naturaleza, no pueden participar directamente en los procesos de innovación.

No obstante, es indispensable que estos elementos sean considerados de manera transversal en toda política o proyecto que se implemente. Aunque su participación no sea activa en la dinámica de la innovación, deben estar presentes como factores estratégicos que garanticen la sostenibilidad y la pertinencia social de las iniciativas implementadas, a priori si se pretende gestionar un desarrollo industrial, local o regional.

Continuando con el análisis del cumplimiento de la investigación, y en atención a los objetivos planteados al inicio de la investigación, los resultados obtenidos permiten evidenciar que los mismos fueron alcanzados de manera satisfactoria, tanto en el plano teórico como en el empírico y econométrico, proporcionando evidencia sólida sobre el papel que desempeña la Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías de APEC durante el periodo 1993-2024.

En primer término, el objetivo general, orientado a determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC, fue atendido mediante un enfoque metodológico integral que combinó la revisión teórica de los modelos de Hélice con un análisis econométrico de datos de panel no estacionarios. La aplicación del estimador MG permitió identificar relaciones de largo plazo entre los componentes del modelo, gobierno, academia y empresas, y el desarrollo industrial, capturando la heterogeneidad estructural entre economías. Los resultados confirman la existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre la interacción de los actores de la Triple Hélice y el desempeño industrial, validando empíricamente que la vinculación institucional constituye un mecanismo relevante de impulso al desarrollo industrial en el conjunto de las economías de APEC, aunque con efectos diferenciados según el nivel de desarrollo.

En lo que respecta al primer objetivo específico, relativo a estimar la injerencia gubernamental en el desarrollo industrial, este fue atendido a través del análisis del gasto público en educación como variable representativa de la acción estatal. Los resultados econométricos muestran que la intervención gubernamental ha tenido un impacto positivo y significativo en el desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo analizado. No obstante, el análisis comparativo por paneles evidencia que dicho impacto adopta formas distintas: en las economías más desarrolladas, el gobierno actúa principalmente como facilitador institucional y regulador del entorno de innovación, mientras que en las economías en desarrollo su papel es más activo y compensatorio, orientado a la formación de capital humano y a la corrección de fallas estructurales del sistema productivo. De este modo, el objetivo se cumple al demostrar no solo la relevancia del gobierno, sino también la naturaleza diferenciada de su injerencia en el desarrollo industrial.

El segundo objetivo específico, enfocado en evaluar la importancia de la academia como componente de la Triple Hélice, fue atendido mediante el uso de indicadores de producción científica y técnica como aproximación a la generación de conocimiento. Los resultados revelan que la academia desempeña un papel significativo en el desarrollo industrial de las economías más avanzadas de APEC, donde existen mecanismos consolidados de transferencia tecnológica y una mayor articulación entre universidad y empresa. En contraste, en las economías en desarrollo, la contribución directa de la academia

resulta estadísticamente débil o no significativa, lo que pone de manifiesto limitaciones estructurales en la vinculación del conocimiento con el aparato productivo. Con ello, el objetivo se cumple al evidenciar que la importancia de la academia no es homogénea, sino condicionada por el grado de madurez institucional y por la capacidad de absorción tecnológica de cada economía.

Finalmente, el tercer objetivo específico, orientado a deducir el impacto de las empresas en el desarrollo industrial, fue atendido a partir del análisis de las solicitudes de patentes como indicador de actividad innovadora empresarial. Los resultados muestran que el sector empresarial constituye el motor central del desarrollo industrial en las economías más desarrolladas de APEC, donde la innovación endógena y la apropiación del conocimiento se traducen en mayores niveles de desempeño industrial. En las economías en desarrollo, si bien el impacto empresarial es de menor magnitud, este sigue siendo positivo y significativo, lo que confirma que la actividad productiva y la capacidad innovadora de las empresas son elementos indispensables para el proceso de industrialización. Así, el objetivo se cumple al demostrar empíricamente que las empresas ocupan una posición jerárquica central dentro de la Triple Hélice, aunque su efectividad depende del entorno institucional y del grado de articulación con el gobierno y la academia.

El cumplimiento de los objetivos de la investigación permite concluir que la Triple Hélice constituye un marco analítico válido y empíricamente verificable para explicar el desarrollo industrial en las economías de APEC, siempre que se reconozca su carácter contextual y heterogéneo. La investigación demuestra que no existe una única trayectoria de desarrollo industrial, sino múltiples configuraciones de interacción entre gobierno, academia y empresas, lo que refuerza la necesidad de diseñar políticas públicas y estrategias de innovación diferenciadas, acordes con las capacidades y restricciones de cada economía.

Con base en los análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, se logra contrastar de manera clara y consistente las hipótesis planteadas, a partir de la evidencia empírica generada mediante el análisis econométrico de datos de panel y del enfoque comparativo entre economías de distinto nivel de desarrollo dentro del foro APEC.

En primer lugar, la hipótesis general, que sostiene que en las economías de APEC la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el

proceso de desarrollo industrial durante el periodo 1993-2024, se acepta. Los resultados del modelo MG confirman la existencia de una relación de largo plazo entre los componentes de la Triple Hélice y el desarrollo industrial; sin embargo, dicha relación no es homogénea entre países. El análisis por paneles evidencia que la magnitud, significancia y jerarquía de los efectos varían sustancialmente entre economías más desarrolladas y economías en desarrollo, lo que demuestra que la causación vinculatoria de la Triple Hélice opera bajo lógicas estructurales diferenciadas. Este hallazgo valida empíricamente el carácter contextual del modelo y confirma que su impacto depende del grado de madurez institucional, productiva y científica de cada economía.

En lo que respecta a la primera hipótesis específica, relativa a que el gobierno ha tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial de las economías de APEC, los resultados permiten aceptarla. La estimación econométrica muestra que la variable gubernamental presenta un efecto positivo y significativo en el conjunto de economías; no obstante, el análisis comparativo revela que su papel difiere según el nivel de desarrollo. En las economías más desarrolladas, la acción gubernamental se manifiesta principalmente como un mecanismo indirecto de coordinación, regulación y provisión de marcos institucionales estables, mientras que en las economías en desarrollo su intervención es más directa y compensatoria, orientada a la formación de capital humano y a la corrección de fallas estructurales. Esta evidencia confirma que la injerencia gubernamental no solo es relevante, sino también diferenciada en términos de intensidad y función.

En relación con la segunda hipótesis específica, que plantea que la academia ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial de las economías de APEC, los resultados conducen igualmente a su aceptación. La producción científica y técnica muestra un impacto positivo y estadísticamente significativo en las economías más desarrolladas, donde existen sistemas consolidados de transferencia tecnológica y una estrecha articulación entre universidad y empresa, mientras que, por otro lado, en las economías en desarrollo la variable académica no presenta significancia estadística, lo que refleja limitaciones en la capacidad de absorción tecnológica y en los mecanismos de vinculación entre conocimiento y producción. Este resultado confirma que la contribución de la academia al desarrollo industrial está condicionada por el entorno institucional y por la existencia de canales efectivos de transferencia, validando su carácter diferenciado dentro del bloque APEC.

Finalmente, la tercera hipótesis específica, que sostiene que las empresas han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial de las economías de APEC, se acepta de manera contundente. La actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, emerge como el factor con mayor peso explicativo en las economías más desarrolladas, donde la innovación endógena constituye el principal motor del desarrollo industrial. En las economías en desarrollo, aunque el impacto empresarial es de menor magnitud, este sigue siendo positivo y significativo, lo que indica que el sector productivo desempeña un papel central en el proceso de industrialización, aun cuando enfrenta restricciones estructurales. La evidencia confirma, por tanto, que el papel de las empresas es jerárquicamente distinto entre grupos de economías, reforzando la hipótesis de diferenciación.

La contrastación entre todas las hipótesis permite concluir que la Triple Hélice no opera como un esquema uniforme dentro de APEC, sino como un modelo de interacción adaptativo, cuya efectividad depende de la configuración institucional, científica y productiva de cada economía. La aceptación de todas las hipótesis planteadas fortalece la validez empírica de la investigación y respalda la necesidad de diseñar políticas de desarrollo industrial e innovación diferenciadas, coherentes con las condiciones estructurales de los países que integran el foro APEC.

Recapitulando, se puede considerar que la investigación aporta evidencia robusta sobre la necesidad de diferenciar las estrategias de política industrial según el nivel de desarrollo económico. Mientras que en las economías avanzadas la prioridad debe ser fortalecer la innovación empresarial y la capacidad de generar patentes, en las economías en desarrollo resulta crucial consolidar la inversión pública en educación y crear mecanismos efectivos de transferencia de conocimiento desde la academia hacia el sector productivo.

Este hallazgo tiene implicaciones directas para el diseño de políticas públicas en APEC y para la teoría económica aplicada. Se demuestra que el modelo de la Triple Hélice no opera de manera uniforme en todos los contextos, sino que su efectividad depende de la madurez institucional y tecnológica de cada economía.

En ese mismo sentido, la investigación aporta un marco comparativo que permite entender la dinámica diferenciada del desarrollo industrial en APEC. Mientras que las economías avanzadas requieren políticas de sofisticación y escalamiento, las emergentes necesitan construir capacidades básicas y mecanismos de articulación. Esta diferenciación es

clave para evitar políticas homogéneas que, lejos de potenciar el desarrollo, podrían profundizar las brechas entre países.

Por otra parte, más allá de la validación empírica, la investigación abre un espacio para reflexionar sobre la sostenibilidad del modelo de crecimiento. La evidencia sugiere que, sin coordinación efectiva entre los tres pilares, los avances pueden ser lentos y desiguales.

Haciendo un enfoque hacia la utilidad de los modelos de Triple Hélice, las compilaciones de los resultados obtenidos a lo largo del presente estudio permiten evidenciar que, a pesar de los debates teóricos y de la evolución conceptual en los estudios sobre innovación y desarrollo, estos modelos continúan siendo una herramienta analítica vigente y útil para explicar los procesos de desarrollo industrial, particularmente cuando se analizan desde una perspectiva empírica y comparada.

La evidencia econométrica demuestra que la interacción entre gobierno, academia y empresas mantiene una relación significativa con el desempeño industrial de las economías de APEC; sin embargo, dicha relación no es uniforme ni automática, sino profundamente condicionada por el nivel de desarrollo, la estructura productiva y la calidad institucional de cada país. En este sentido, aunque modelos más avanzados (como la Cuádruple y la Quintuple Hélice) amplían el marco analítico al incorporar a la sociedad civil y al entorno natural, los resultados de esta tesis muestran que la Triple Hélice sigue siendo un punto de partida sólido para comprender la dinámica básica de la vinculación institucional, siempre que se reconozcan sus límites y se utilice de manera contextualizada.

La importancia y trascendencia de la presente tesis se sustentan, de manera central, en el desarrollo y aplicación de un modelo econométrico que permite medir empíricamente la vinculación de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial en un contexto internacional heterogéneo. A diferencia de enfoques predominantemente descriptivos, el modelo de datos de panel empleado, con estimadores que capturan heterogeneidad y relaciones de largo plazo, ofrece una herramienta robusta para identificar la causación vinculatoria entre gobierno, academia y empresas, así como para distinguir efectos diferenciados según el nivel de desarrollo de las economías.

La aproximación metodológica presentada otorga trascendencia al estudio al demostrar que la Triple Hélice puede ser operacionalizada y contrastada empíricamente, superando su uso meramente normativo o conceptual. Asimismo, el modelo econométrico

presenta un alto potencial de replicabilidad, en la medida en que su estructura puede adaptarse a otros periodos, bloques económicos, países o escalas regionales, incorporando variables *proxy* acordes con la disponibilidad de información y las características institucionales de cada contexto. En este sentido, la replicabilidad del modelo no reside en la reproducción mecánica de los resultados, sino en la posibilidad de utilizar el enfoque econométrico propuesto como una base analítica para evaluar la efectividad de la vinculación institucional y su contribución al desarrollo industrial en distintos entornos económicos y territoriales.

Uno de los principales aportes de la investigación consiste en evidenciar de manera econométrica que el verdadero desafío no radica en la obsolescencia del modelo, sino en la debilidad de los mecanismos de vinculación entre sus componentes. Los resultados muestran que, en muchas economías, especialmente en aquellas en desarrollo, los puentes de interacción entre gobierno, academia y empresas son frágiles, discontinuos o meramente formales.

Mejorar la vinculación implica, por tanto, fortalecer los canales de transferencia de conocimiento, alinear los incentivos institucionales y promover esquemas de cooperación que trasciendan la lógica de proyectos aislados. En este contexto, la investigación abre un campo de oportunidad para propuestas orientadas a mejorar dichos puentes, mediante políticas que fomenten la creación colaborativa de conocimiento, la innovación aplicada y la participación activa del sector productivo en la definición de agendas científicas y tecnológicas.

En este marco, es importante subrayar que la aportación más relevante de la tesis no reside únicamente en la discusión conceptual de la Triple Hélice, sino en la medición empírica de la vinculación entre sus componentes y su impacto en el desarrollo industrial. A diferencia de una parte significativa de la literatura, que aborda la Triple Hélice desde un enfoque descriptivo o normativo, el estudio propone una operacionalización cuantitativa del modelo, permitiendo identificar relaciones de largo plazo y contrastar empíricamente la hipótesis de la causación vinculatoria. Esta contribución metodológica constituye un avance sustantivo, ya que proporciona evidencia verificable sobre cómo y en qué medida la vinculación institucional incide en el desarrollo industrial.

Asimismo, la investigación permite problematizar una de las principales limitaciones del enfoque tradicional de la Triple Hélice: su escasa referencia explícita al desarrollo

regional. Si bien el modelo enfatiza la interacción entre actores, no profundiza de manera puntual en las asimetrías territoriales ni en las dinámicas subnacionales que condicionan el desarrollo industrial. Los resultados muestran que estas omisiones no son menores, ya que las capacidades de vinculación, innovación y absorción tecnológica varían significativamente entre regiones dentro de un mismo país. Esta constatación sugiere que el modelo de Triple Hélice requiere ser complementado con enfoques de desarrollo regional que incorporen la dimensión territorial, la heterogeneidad espacial y el papel de los gobiernos nacionales y locales como actores estratégicos del proceso de industrialización.

Desde una perspectiva comparada, y retomando lo anteriormente mencionado en este apartado, los hallazgos permiten proponer lineamientos diferenciados de política de desarrollo regional. En las economías más desarrolladas de APEC, donde las empresas lideran la dinámica innovadora y la academia se encuentra altamente integrada al sistema productivo, las políticas deberían centrarse en fortalecer ecosistemas regionales de innovación, impulsar clústeres tecnológicos y promover la especialización inteligente a escala regional. En contraste, en las economías en desarrollo, las políticas deben priorizar la construcción de capacidades básicas, el fortalecimiento de las universidades públicas como nodos regionales de conocimiento y una intervención estatal más activa que articule esfuerzos dispersos y reduzca las brechas territoriales.

En el caso específico de México, los resultados de la investigación sugieren la necesidad de replantear la política de desarrollo industrial y regional desde una lógica explícita de Triple Hélice. Una propuesta concreta consiste en fortalecer los gobiernos estatales como articuladores de la vinculación entre universidades locales, centros de investigación y sectores productivos estratégicos, particularmente en regiones con rezagos estructurales. Esto implica diseñar políticas de innovación regional diferenciadas, alineadas con las vocaciones productivas territoriales, puentes efectivos que faciliten la convergencia entre los tres actores, así como crear incentivos claros para que las empresas participen activamente en proyectos de investigación aplicada. Asimismo, se requiere una mayor coherencia entre la política industrial nacional y las estrategias de desarrollo regional, de modo que la Triple Hélice no opere únicamente a nivel federal, sino que se materialice en espacios locales permitiendo que el desarrollo industrial realmente se gestione y se experimente.

Esta investigación no solo confirma la vigencia del modelo de Triple Hélice como marco analítico para el estudio del desarrollo industrial, sino que aporta evidencia empírica sobre sus alcances y limitaciones, subrayando que su efectividad depende de manera crítica de la calidad de la vinculación entre actores, del contexto institucional en el que dicha interacción se inserta y de la incorporación explícita de la dimensión regional como espacio donde el desarrollo se materializa. A partir de estos hallazgos, es posible delinear una serie de orientaciones de política pública y de acción institucional que, sin pretender constituir un modelo único, contribuyen a fortalecer la funcionalidad de la Triple Hélice en el conjunto de las economías de APEC.

En el ámbito gubernamental, los resultados sugieren la necesidad de mantener y, en su caso, ampliar la inversión pública en educación, particularmente en las economías en desarrollo, donde el capital humano emerge como el principal motor del proceso de industrialización y como una antesala para la absorción tecnológica. Asimismo, se vuelve indispensable diseñar políticas explícitas de vinculación entre universidad y empresa que trasciendan en esquemas formales o de corto plazo y que permitan transformar la producción académica en innovación aplicada con impacto productivo.

En las economías más avanzadas, donde la capacidad empresarial se encuentra más desarrollada, las políticas públicas deberían priorizar instrumentos fiscales, regulatorios y financieros orientados a fortalecer la generación de patentes, la escalabilidad de las innovaciones y la consolidación de ventajas competitivas de alcance global, sin descuidar el papel coordinador del Gobierno, pero sí dando una participación más equiparada entre actores, en la búsqueda de alcanzar un modelo de convergencia “innovador” hablando en términos de la Triple Hélice.

Desde la perspectiva de la academia, la evidencia empírica indica que su contribución al desarrollo industrial es altamente dependiente del entorno institucional y del grado de articulación con el sector productivo. En las economías en desarrollo, resulta fundamental orientar una parte sustantiva de la investigación hacia necesidades productivas concretas, fortalecer las oficinas de transferencia tecnológica y promover una mayor interacción con las empresas locales y regionales. Mientras que, por su parte, en las economías avanzadas el reto consiste en consolidar la investigación interdisciplinaria, ampliar la colaboración científica internacional y mantener la posición en la frontera tecnológica, al tiempo que se incentivan

proyectos de investigación aplicada y publicaciones conjuntas con el sector productivo que generen impactos directos en la industria.

En cuanto a las empresas, los resultados confirman su papel central dentro de la Triple Hélice, particularmente en las economías más desarrolladas, donde la innovación endógena constituye el principal motor del desarrollo industrial. En estos contextos, se recomienda aprovechar el entorno institucional favorable para escalar innovaciones, diversificar mercados y consolidar estrategias de propiedad intelectual. En las economías en desarrollo, por su parte, se vuelve prioritario fortalecer la capacidad de absorción tecnológica, invertir en actividades de investigación y desarrollo y establecer alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación, de modo que la innovación no dependa exclusivamente de la importación de tecnología. En todos los casos, fomentar una cultura organizacional orientada a la innovación y a la protección del conocimiento resulta clave para sostener el crecimiento industrial en el largo plazo, y con el mismo, gestionar el desarrollo industrial.

A nivel del bloque APEC, la investigación sugiere la conveniencia de avanzar hacia mecanismos más estructurados de cooperación regional que permitan transferir buenas prácticas de innovación desde las economías más avanzadas hacia aquellas en desarrollo. Esto incluye el diseño de programas regionales de formación de capital humano, esquemas de financiamiento a proyectos de innovación conjunta y el establecimiento de indicadores comparables que midan de manera sistemática la efectividad de la interacción entre gobierno, academia y empresas en cada economía. Dichas iniciativas no solo contribuirían a reducir brechas estructurales, sino que fortalecerían la cohesión y competitividad del bloque en su conjunto, no dejando de lado la importancia de adaptar las iniciativas a las particularidades de cada economía.

Desde una perspectiva más amplia, como se ha mencionado anteriormente, los resultados de la investigación confirman que el desarrollo industrial en APEC depende de la interacción entre los actores de la Triple Hélice, pero también revelan que la efectividad de esta interacción varía significativamente según el nivel de desarrollo, la estructura productiva y las capacidades institucionales. Esta constatación invita a repensar las políticas de innovación, educación y desarrollo industrial desde un enfoque diferenciado, reconociendo que no existe un modelo universal aplicable de manera homogénea a todas las economías.

En términos teóricos, la tesis contribuye a enriquecer la literatura sobre sistemas de innovación y estrategias de desarrollo local, regional e institucional, al demostrar empíricamente que la Triple Hélice opera de forma heterogénea en contextos internacionales y que su análisis requiere incorporar explícitamente la dimensión territorial. En términos metodológicos, abre líneas de investigación futuras orientadas a profundizar en la medición de la vinculación a escala regional o local, así como a explorar la incorporación de modelos más complejos, como la Cuádruple Hélice, mediante enfoques econométricos comparativos. En términos prácticos, ofrece insumos relevantes para el diseño de políticas públicas y estrategias institucionales que busquen fortalecer la capacidad innovadora e industrial de las economías de APEC en un entorno global cada vez más competitivo.

Finalmente, la investigación invita a concebir la dimensión regional como un espacio de aprendizaje colectivo y de experimentación institucional. APEC, al integrar economías con distintos grados de desarrollo, se configura como un laboratorio natural para observar cómo políticas diferenciadas pueden converger en objetivos comunes de crecimiento, innovación y bienestar. La cooperación en capital humano, innovación y transferencia tecnológica no solo fortalece a cada economía de manera individual, sino que contribuye a consolidar la competitividad del bloque frente a los desafíos estructurales de la industria del siglo XXI.

Bibliografía

- Aali, A., & Venegas, F. (2016). Technological innovation and economic growth in Latin America. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 11(2), 77–89.
- Adelman, I. (2008). Y sus implicaciones de política. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XIV(1), 361–366.
- Aghion, P., & Akcigit, U. (2015). *Innovation and Growth: The Schumpeterian perspective*. COEURE. 1-37.
- Afzal, M., Mansur, D., Siddiqui, S., & Gope, J. (2018). A panel investigation of the Triple Helix (TH), Quadruple Helix (QH) relationship in ASEAN-5 economies. *Journal of Innovation Economics & Management*, n° 27(3), 97–122. <https://doi.org/10.3917/jie.027.0097>
- Afzal, M., Mansur, D., & Sulong, R. (2017). An empirical investigation of Triple Helix and national innovation system dynamics in ASEAN-5 economies. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 6, 313–331. <https://doi.org/10.7545/ajip.2017.6.3.313>
- Agnew, J. (2021). Immanuel Wallerstein, the “modern world-system,” and radical human geography. *Human Geography (United Kingdom)*, 14(1), 17–30. <https://doi.org/10.1177/1942778620974056>
- Alburquerque, F. (2004). El enfoque del desarrollo económico local. In *Desarrollo Económico Local y Empleabilidad* (Vol. 1). https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1251776298.area_enfoque_del.pdf
- Alburquerque, F. (2007). *Artículos y ensayos / Debates sobre el Desarrollo Local Teoría y práctica del enfoque del desarrollo local*. 39–61.
- Allgaier, J. (2018). *Silicon Valley Bio-objects View project*. <https://www.researchgate.net/publication/330738334>
- Alvarado, M. (2024). ¿Qué es la 4T y en qué consiste? SITUAM. <https://situamos.com/educa/que-es-la-4t-y-en-que-consiste/>
- Amador, E., Tejeida, R., & Coria, A. (2023). Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México. *Revista de El Colegio de San Luis*, XIII(24), 5–34.

- Aparicio, A. (2013). Historia económica mundial 1870-1950. *Economía Informa*, 382(10), 99–115.
<http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/382/06aparicio.pdf>
- Aranguren, M., Magro, E., Navarro, M., & Valdaliso, J. (2010). *Estrategias de especialización inteligente: Una vía para el impulso de la competitividad territorial. Economía Industrial* (Vol. 14, Issue 1). Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Aranguren, M., Magro, E., & Wilson, J. (2017). Regional competitiveness policy evaluation as a transformative process: From theory to practice. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 35(4), 703–720. <https://doi.org/10.1177/0263774X16662469>
- Araya, G., Li, F., & Torres, J. (2021). La Quinta Hélice Sistémica [QHS] para la innovación y el desarrollo [I+D] en América Latina. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 81(81), 77–103. <https://ojs.icap.ac.cr/index.php/RCAP/article/view/378>
- Arcos, O. (2008). Teorías y enfoques del desarrollo. *Escuela Superior De Administración Pública Oscar Arcos Palma*, 1, 1–164. <http://esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/5-Teorias-y-Enfoques-del-Desarrollo.pdf>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arias, J., & Zuluaga, C. (2014). Financiación y ejecución de las actividades de investigación y desarrollo en Latinoamérica. *Hallazgos*, 11(22), 311–328. <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2014.0022.16>
- Arrow, K. J. (1962). The economic learning implications of by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155–173. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2021, September). *Member economies*. Recuperado el 13 de octubre de 2022 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/member-economies>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2022a). *Países que conforman el foro APEC*. Recuperado el 13 de octubre de 2022 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/member-economies>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2022b, March). *History*. Recuperado el 25 de junio de 2023 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/history>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2023a). *About APEC*. Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2023b). Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de *Achievements and Benefits*. <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Achievements-and-Benefits>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2024). *2024 APEC Leaders' Machu Picchu declaration*. Recuperado el 14 de diciembre de 2024 de <https://www.apec.org/meeting-papers/leaders-declarations/2024/2024-apec-leaders%27-machu-picchu-declaration>

Asia-Pacific Economic Cooperation. (2014). *25 years of progress in the Asia-Pacific*. 25. Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de https://www.apec.org/press/features/2014/1029_anniversary

Baltagi, B. H. (2008). *Econometrics*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-76516-5>

Banco Mundial. (2024a). *Artículos en publicaciones científicas y técnicas*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>

Banco Mundial. (2024b). *Calificación de políticas e instituciones para la sostenibilidad ambiental de la CPIA*. 2024. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IQ.CPA.ENVR.XQ>

Banco Mundial. (2024c). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

Banco Mundial. (2024d). *Gasto público en educación, total (% del PIB)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>

Banco Mundial. (2024e). *INB per cápita (US\$ constantes del año 2015)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GNP.PCAP.KD>

Banco Mundial. (2024f). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

Banco Mundial. (2024g). *PIB per cápita (dólares estadounidenses constantes de 2015)*. Glosario de Metadatos. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/sustainable-development-goals->

%28sdgs%29/series/NY.GDP.PCAP.KD

Banco Mundial. (2024h). *PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2015)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD>

Banco Mundial. (2024i). *Solicitudes de patentes no residentes*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.NRES>

Banco Mundial. (2024j). *Solicitudes de patentes residentes*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD>

Banco Mundial, Hamadeh, N., Van, C. R., & Metreau, E. (2023). *Clasificación de los países elaborada por el Grupo Banco Mundial según los niveles de ingreso para el año fiscal 24 (1 de julio de 2023- 30 de junio de 2024)*. 30 de Junio de 2023. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/clasificacion-de-los-paises-elaborada-por-el-grupo-banco-mundial-segun-los-niveles-de-ingreso>

Bárcena, M. (2025). Ojalá vivas tiempos interesantes. *Foreign Affairs Lat.*, 25(1), 8–17. <https://revistafal.com/fal-25-1/>

Bares, L. L. (2018). Helice Portinnova : a case study of a Quadruple Helix model. *Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 1–10.

Barro, R. J. (1990). *Government spending in a simple model of endogeneous growth*. *Journal of Political Economy*, 98, 103–125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/261726>

Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)

Boisier, S. (1970). Industrializacion, urbanizacion, polarizacion: hacia un enfoque unificado. - *Revista De Estudios Urbano Regionales*, 2(5). <https://doi.org/10.7764/833>

Boisier, S. (2004). Desarrollo territorial y descentralización. El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *Revista EURE*, XXX(90), 27–40. https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1245798293.boisier__de_scentralizacion_0.pdf

Brundenius, C., Göransson, B., & Ågren, J. (2008). The role of academic institutions in the national innovation systems of the BRICS countries. *Research Policy*, 37, 1537–1546.

Cai, Y. (2014). Implementing the Triple Helix model in a non-Western context: an institutional logics perspective. *Triple Helix*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40604->

014-0001-2

- Cai, Y., & Lattu, A. (2022). Triple Helix or Quadruple Helix: Which model of innovation to choose for empirical studies? *Minerva*, 60(2), 257–280. <https://doi.org/10.1007/s11024-021-09453-6>
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society (2da ed.)*. Wiley-Blackwell Publishing, 597.
- Castillo, L., Lavín, J., & Pedraza, N. (2015). La gestión de la triple hélice: fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno. *Multiciencias*, 14(4).
- CEPAL. (2016). Productividad y brechas estructurales en México. *UN CEPAL*, 11(1), 1–14. <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0A>
- Chandran, V., Sundram, V., & Santhidran, S. (2014). Innovation systems in Malaysia: a perspective of university—industry R&D collaboration. *AI & SOCIETY*, 29(3), 435–444. <https://doi.org/10.1007/s00146-013-0468-9>
- Chang, H. G. (2010). *El modelo de la Triple Hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresas*. 1(1), 85–94.
- Chenery, H. (1955). Development policy in underdeveloped countries. The role of industrialization in development program. *The American Economic Review*, 45(2), 40–67.
- Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of Econometrics*, 188(2), 393–420. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.03.007>
- Chung, C. J. (2014). An analysis of the status of the Triple Helix and university—industry—government relationships in Asia. *Scientometrics*, 99(1), 139–149. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1100-y>
- Clarivate. (2025). *Web of Science*. <https://mjl.clarivate.com/search-results>
- Coase, R. (1960). El problema del costo social. *The Journal of Law and Economics*, 3(1), 1.
- Coase, R. (1994). *La naturaleza de la empresa* (pp. 33–49). <https://tucontribuyes.com/wp-content/uploads/2021/02/Coase-La-naturaleza-de-la-empresa.pdf>
- Corral, L. C. A. (2012). *Retos de las ciencias administrativas desde las economías*

emergentes: Evolución de sociedades.

https://www.acacia.org.mx/busqueda/pdf/06_PF337_Triple_Helice.pdf

Correa, J., Ledesma, J., & Peñaherrera, F. (2019). Importancia de la innovación y creatividad en el desarrollo de productos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(22), 31–37. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss22.2019pp31-37>

Cóser, I., Brandão, M., Raposo, N., & Gonçalves, E. (2018). Determinantes das patentes em ciências da vida e da saúde nas universidades federais de Minas Gerais, Brasil: uma análise de dados em painel para o período 1995-2016. *Cadernos de Saúde Pública*, 34(6), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00097517>

González, T. (2009). El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: Un análisis crítico. In *Arbor* (Vol. 185, Issue 738, pp. 739–755). <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>

Delfin, O., Navarro, C., & Cervantes, S. (2023). Productividad de la rama de alimentos y bebidas en las economías del APEC, 1998-2016: un estudio a través de datos panel. *México y La Cuenca Del Pacífico*, 12(35), 79–109. <https://doi.org/10.32870/mycp.v12i35.815>

Departamento de Estado de los Estados Unidos. (2024). *Estados Unidos difunde resultados de APEC 2024*. <https://www.state.gov/translations/spanish/estados-unidos-difunde-resultados-de-apec-2024>

Díaz, H., & Morales, M. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. *Análisis Económico*, 38(98), 69–92. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/Diaz>

Egorov, N. (2022). The relationship between innovative development and the quality of life of the countries of the Asia-Pacific region and the subjects of the far east. *Problemy Dalnego Vostoka*, 5, 47. <https://doi.org/10.31857/S013128120022348-3>

Egorov, N., Babkin, A., Kovrov, G., & Muraveva, S. (2015). Comparative assessment of innovative activity of region's economy actors on the basis of the Triple Helix model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.172>

Egorov, N., & Pospelova, T. (2024). Triple and Quadruple Helix econometric models for

- solving applied problems of innovative economies of countries. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 846, pp. 195–207). https://doi.org/10.1007/978-3-031-49390-4_14
- Egorov, N., Pospelova, T., Yarygina, A., & Klochkova, E. (2019). The assessment of innovation development in the Arctic regions of Russia based on the Triple Helix model. *Resources*, 8(2), 72. <https://doi.org/10.3390/resources8020072>
- Elsevier. (2025). *Scopus*. <https://www.scopus.com/pages/preview>
- Engen, E., Gale, W., Scholz, J., Bernheim, B., & Slemrod, J. (1994). Do saving incentives work? *Brookings Papers on Economic Activity*, 1994(1), 85. <https://doi.org/10.2307/2534631>
- Estrada Reyes, J. N. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review*, 12, 61. https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12_02.pdf
- Etzkowitz, H. (2002). La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación. *Sister*, 2002(11), 17. www.sister.nu
- 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., & Leydesdorff, L. (1995). A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*, 14(1), 14–19. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085
- Etzkowitz, H., & 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)
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313–330. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Fernández, R. (2025). *Trump 2.0: un riesgo de huracán categoría 5*. 25, 2–7.
- FitzGerald, V. (1998). CEPAL - La CEPAL y la teoría de la industrialización. *Revista CEPAL N° Número Extraordinario*, 47–61. <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/revista/noticias/articuloCEPAL/9/19229/P19229.xml&xsl=/revi>

sta/tpl/p39f.xsl&base=/revista/tpl/top-bottom.xsl

Flores, G. (2024). *La elección de Sheinbaum: cómo llegamos y hacia dónde vamos*. 24, 2–9.

Flores, J. (2018). *Los 100 años de la industrialización en México*. Recuperado el 14 de marzo de 2022 de <https://www.forbes.com.mx/los-100-anos-de-la-industrializacion-en-mexico/>

Fondo Monetario Internacional. (2023). *Composición por países de los grupos del informe de perspectivas de la economía mundial*. Recuperado el 25 de septiembre de 2024 de <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April/groups-and-aggregates>

Franco, M., & Rodríguez, G. (2020). Una incursión al modelo Triple Hélice, visto desde la Universidad Metropolitana del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 204–211. <https://doi.org/10.62452/ryw2tj86>

Frankel, M. (1962). The production function in allocation and growth: A synthesis. *American Economic Review*, 52(5), 995–1022.

Gereffi, G. (1989). Repensando la teoría del desarrollo: Experiencia del Este de Asia y América Latina. *El Colegio de México, A. C.*, XXX(1), 36–65. <https://forointernacional.colmex.mx/index.php/fi/article/download/1168/1158>

Gobierno de México. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo Gobierno de México 2025-2030*. 6. Recuperado el 17 de julio de 2022 de https://planeandojuntos.gob.mx/backoffice/media/explore/1/file/pnd-completo-2025-2030_pdf_677bd77e8a41c

Gobierno de México. (2025). *Plan México. Estrategia de desarrollo económico equitativo y sustentable para la prosperidad compartida. Primer borrador*. Recuperado el 27 de septiembre de 2025 de <https://www.planmexico.gob.mx/>

Gómez, J., Mira, I., Verdú, A., & Sancho, J. (2006). Las Spin-off académicas como vía de transferencia tecnológica. *Revista Economía Industrial*, 366(Ei), 61–72. <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/366/61.pdf>

González, A., Lavín, J., & Pedraza, N. (2020). El papel de los actores de la cuádruple hélice en el emprendimiento tecnológico de Tamaulipas. *Paradigma Económico*, 12(2), 93–124. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=431564346005>

- González, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor*, CLXXXV(738), 739–755. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Gordillo, G. de A. (2014). Estado, mercado, comunidad: Ostrom, la controversial. *Revista Mexicana de Sociología*, 76(8), 227–256. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v76nspe/v76nspea9.pdf>
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2012). The development of an entrepreneurial university. *The Journal of Technology Transfer*, 37(1), 43–74. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9171-x>
- Guimón, J., & Salazar, J. (2020). *Innovación y desarrollo económico : Perspectivas teóricas y debates contemporáneos*. 1–16. https://www.researchgate.net/publication/343127568_Innovacion_y_desarrollo_economico_Perspectivas_teoricas_y_debates_contemporaneos
- Gutiérrez, A., Mungaray, A., & Osorio, 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>
- Gutiérrez, L., & Flores, J. (2019). Factors which stimulate innovation activity in Latin America: a VECM approach. *Economía, Sociedad y Territorio*, 19(61), 373–403. <https://doi.org/10.22136/est20191366>
- Hart, O., & Holmström, B. (2008). The theory of contracts. In *Advances in Economic Theory*. <https://doi.org/10.1017/ccol0521340446.003>
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251. <https://doi.org/10.2307/1913827>
- Hernández, J. (2013). *Análisis crítico sobre el desarrollo institucional*. 23–51. [https://translate.google.com/?hl=es&sl=es&tl=en&text=El desarrollo institucional se refiere a los cambios y mejoras en las instituciones de una sociedad con el objetivo de promover un crecimiento económico%2C social y político sostenible. Las institucione](https://translate.google.com/?hl=es&sl=es&tl=en&text=El%20desarrollo%20institucional%20se%20refiere%20a%20los%20cambios%20y%20mejoras%20en%20las%20instituciones%20de%20una%20sociedad%20con%20el%20objetivo%20de%20promover%20un%20crecimiento%20económico%20social%20y%20político%20sostenible%20Las%20instituciones)
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill (ed.); 6th ed.). <https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoeCH4k/view>
- Hill, T. (1976). A system of international comparisons of gross product and purchasing

- power. *The Canadian Journal of Economics*, 86(341), 161–164.
<https://doi.org/10.2307/134536>
- Holmstrom, B. (1979). Moral Hazard and Observability. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 74. <https://doi.org/10.2307/3003320>
- Holmstrom, B. (1982). Moral Hazard in Teams. *The Bell Journal of Economics*, 13(2), 324.
<https://doi.org/10.2307/3003457>
- Holmstrom, B. (2016). *The firm as a subeconomy author (s): Bengt Holmstrom Source: journal of law , economics , & organization*. 15(1), 74–102.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jiménez, D., & Sanz, R. (2012). Efectos de la estrategia de innovación en el éxito de los nuevos productos: el papel moderador del entorno. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*, 21(4), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.redee.2012.07.005>
- Jovanović, M., Savić, G., Cai, Y., & Levi, M. (2022). Towards a Triple Helix based efficiency index of innovation systems. *Scientometrics*, 127(5), 2577–2609.
<https://doi.org/10.1007/s11192-022-04304-x>
- Khusniyah. (2020). *Implementación del modelo de Penta Hélice como basa de desarrollo del potencial turístico en el distrito de Kediri*.
<https://conference.kahuripan.ac.id/index.php/SNapan/article/view/42>
- Klein, S. B., & 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>
- Kniivilä, M. (2004). *Industrial development and economic growth: Implications for poverty reduction and income inequality*. 3(1), 295–332.
https://www.researchgate.net/publication/283074250_Industrial_development_and_economic_growth_Implications_for_poverty_reduction_and_income_inequality
- Kostina, E. A., & Kostin, A. V. (2024). Mutual influence of a smart city and the high-tech sector of the economy. *Regional Research of Russia*, 14(1), 50–60.
<https://doi.org/10.1134/S2079970523600385>

- Krugman, P. (1991). *Geography and trade* (Cambridge (ed.)). Cambridge: MIT Press.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2018). Estimating dynamic panel data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1), 31–52. <https://doi.org/10.15446/rce.v41n1.61885>
- Laines, C., Silva, I., & Guajardo, L. (2022). El modelo triple hélice en el contexto de la Industria 4.0. *Vinculatégica*, 7(1), 171–182. <https://doi.org/10.29105/vtga7.1-93>
- Lawton, H., & Leydesdorff, L. (2022). Have Quadruple and Quintuple Helices emerged? Metaphors, project titles, and empirical research. *Triple Helix*, 9(2), 174–183. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10033>
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- 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), 25–35. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>
- Leydesdorff, L., & Su, Y. (2009). National and international dimensions of the Triple Helix in Japan. *University-Industry-Government versus International Coauthorship Relations*, 60(4), 778–788. <https://arxiv.org/pdf/0911.1055>
- Leyton, C., Cortínez, V., Fernández, I., & Fernández, J. (2017). Desafíos institucionales para la articulación de políticas públicas. In *Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural* (Vol. 229). <https://rimisp.org/wp-content/uploads/2020/02/1516370794DT229DesafiosInstitucionalesparalaArticulaciondePPPP.pdf>
- López, J. (2021). *La innovación como ventaja competitiva para las universidades públicas gestionada a través de parques de innovación*. <http://faceam.uas.edu.mx/doctorado-en-gestion-de-las-organizaciones/Tesis/TESIS DE JOSE RAMON.pdf>
- Lu, Z. (2023). 14 The triple helix model in the heterogeneous transitional Chinese economy: A comparative analysis of Zhejiang and Yunnan provinces. In *Private Sector Development in an Emerging World* (pp. 231–258). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111071251-015>
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary*

- Economics*, 22(February), 3–42.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393288901687>
- Luengo, M., & Obeso, M. (2013). El efecto de la triple hélice en los resultados de innovación. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 53, 388–399.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155127925006>
- Luna, N. (2022). El desarrollo económico y la desigualdad en trece economías de América Latina. *UNAM-AMECIDER*, VI, 261–274. <https://doi.org/978-607-8632-30-5>
- Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). *The learning economy*. *Journal of industry studies*.
- Lundvall, B.-Å. (2007). National innovation systems — Analytical concept and development tool. *Industry and Innovation*, 14(1), 95–119.
<https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Mabrouki, M. (2023). Patent, education, human capital, and economic growth in Scandinavian countries: A dynamic panel CS-ARDL analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 3028–3043. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-01001-1>
- Macías, A., Merchand, M., Sevilla, Y., Castañeda, C., Tapia, E., Chávez, S., Gómez, C., & Anaya, A. (2015). La agroindustria del aguacate en el sur de Jalisco. In *AMECIDER*. AMECIDER-UNAM. <https://doi.org/10.32870/9786077421689>
- MacKinlay, C., & Lo, A. (1989). *The size and power of the variance ratio test in*. 40, 203–238.
- Magro, E., & Wilson, J. R. (2013). Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy*, 42(9), 1647–1656.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.06.005>
- 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.
- Masso, J., Roolah, T., & Varblane, U. (2013). Foreign direct investment and innovation in Estonia. *Baltic Journal of Management*, 8(2), 231–248.
<https://doi.org/10.1108/17465261311310036>
- Ministerio de Ciencia y Tecnología de China. (2021). *Made in China 2025*.
<https://www.most.gov.cn>
- Montero, R. G. (2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. *Documentos de*

Trabajo En Economía Aplicada.

- Moreno, G., Marín, R., & González, J. (2021). *Industrialización , la economía y el desarrollo humano en México . Un panorama desde su incorporación a APEC (1993-2021)*. <https://ru.iiec.unam.mx/6534/1/06-084-Moreno-Marín-González.pdf>
- Moscoso, J., Gómez, P., & Mujica, J. (2024). El impacto de las políticas de APEC en la titularidad de la propiedad y la inversión privada en el sector industrial en Perú. *Política Internacional*, 136, 71–91. <https://doi.org/10.61249/pi.vi136.164>
- Múnera, D., Trujillo, E., & Vélez, G. (2008). Redes triple hélice para la productividad y la competitividad en Medellín–Antioquia: el caso del sector salud y las articulaciones universidad-sector productivo-gobierno. *Informe de Investigación. Red de Investigación Continental de Economía Del Conocimiento*, 74. http://revista-redes.rediris.es/webredes/novedades/redes_triple_helice.pdf
- Muñoz, A. (2002). ¿Qué es APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation)? <http://www.inm.gob.mx/index.php/page/ABTC>
- Narváez, G. (2011). *Diseño de un modelo de gestión de la propiedad intelectual para centros de investigación públicos del sector florícola mexicano*. ININEE-UMSNH.
- Navarro Chávez, J. C. L. (2014). Epistemología y metodología. In *Grupo editorial Patria* (Primera). Grupo Editorial Patria. <https://idoc.pub/documents/epistemologia-y-metodologia-jose-cesar-lenin-navarro-chavez-on23q1yv90l0>
- Newey, W., & West, K. (1987). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703. <https://doi.org/10.2307/1913610>
- Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6), 1417. <https://doi.org/10.2307/1911408>
- Ninh, T. (2023). *Nuevo impulso a la cooperación por un futuro resiliente y sostenible*. <https://special.nhandan.vn/apec2023-ctn-es/index.html>
- North, D. (1981). *Structure and change in economic history*. W.W. Norton & Company. <https://doi.org/10.4236/tel.2018.811130>
- North, D. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. (1st ed.). Fondo de cultura económica. <https://storage.e.jimdo.com/file/d2205ed9-ae8d-468f-922b-6a9503ca3fad/Douglas+Nort+Instituciones.pdf>

- North, D. (1994). *La nueva economía institucional y el desarrollo*. 142, 31. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_KR5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=economía+institucional&ots=e7Ki0N0KWf&sig=vAWDE_r1eOVqUiKuKQRhH QmZILI#v=onepage&q=economía institucional&f=false
- Oakerson, R., & Ostrom, V. (1988). The political theory of a compound republic: designing the American experiment. *CrossRef Listing of Deleted DOIs*, 18(3), 203. <https://doi.org/10.2307/3330284>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL. In *Publicación de las Naciones Unidas*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Orozco, D. (2019). Pentahélice: programa estratégico nacional de tecnología e innovación abierta (PENTA). *Sesión IV. La Innovación En El Marco de Los Programas de Transformación Productiva*, 1–13. <https://www.comecso.com/wp-content/uploads/2019/09/pentahelice-programa-estrategico.pdf>
- Osorio, J. (2015). El sistema-mundo de Wallerstein y su transformación. Una lectura crítica. *Argumentos*, 28(77), 131–154.
- Ostrom, E. (1990). Governing the Commons. *Governing the Commons*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511807763>
- Ostrom, E. (2005). Understanding institutional diversity Princeton University press. In *New Jersey*.
- Padial, M., Pinzón, S., Navarro, B., San Juan, P., Ruiz, J., & Espinosa, J. M. (2019). Implantación efectiva de la Cuádruple Hélice basada en el modelo de innovación en envejecimiento activo. *Gaceta Sanitaria*, 33(5), 491–494. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.08.003>
- Padmore, T., & Gibson, H. (1998). Local and regional systems of innovation. In J. de La Mothe & G. Paquet (Eds.), *Economics of science, Technology and innovation* (Vol. 14, Issue 1). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5551-3>
- Palacios, C. (2020). *Evaluación del impacto universidad-empresa en el crecimiento y*

- fortalecimiento del sector empresarial y sector educativo* [Universidad Autónoma de Baja California]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/8782>
- Park, H., Hong, H., & 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), 3–27. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0257-4>
- Park, H. W., & Leydesdorff, L. (2010). Longitudinal trends in networks of university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. *Research Policy*, 39(5), 640–649. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.02.009>
- Park, H. W., & Stek, P. (2022). Measuring Helix interactions in the context of economic development and public policies: From Triple to Quadruple and N-Tuple Helix vs. N-Tuple and Quadruple Helix to triads. *Triple Helix*, 9(1), 43–53. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10026>
- Pastor, J. (2012, February 14). *Ecosistemas innovadores en Innovación y creatividad*. Ecosistemas innovadores en Innovación y creatividad
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *OXFORD Bulletin of Economics and Statistics, Special issue*, 653–670. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the ppp hypothesis. *Econometric Theory*, 20(03), 597–625. <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>
- Peña Cedillo, J. (2003). La innovación como un fenómeno evolutivo: implicaciones para la economía y las políticas públicas asociadas. *INCI*, 8(6). <https://doi.org/0378-1844>
- Pérez, J. (2013). *La industrialización en el mundo y la globalización*. <https://vaventura.com/wp-content/uploads/2014/07/M1032013-Deslocalizacion.jpg>
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *SSRN Electronic Journal*, 1229. <https://doi.org/10.2139/ssrn.572504>
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in heterogeneous spatial panels with a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 229(1), 55–79. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2021.05.003>
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). *Econometrics Estimating long-run relationships from*

- dynamic heterogeneous panels* (Vol. 68). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. (1999). Pooled Mean Group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621–634. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2670182>
- Ponce, I. E., & Guemes, D. (2008). Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte. *XVII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC*, 1–14. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.13048/1483>
- Ponce, I., & Guemes, D. (2017). Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte. *XVII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC*, 1–14. https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_130.pdf
- Ponce, I., & Güemes, D. (2016). Identification of key factors of academia in the process of linking in the triple helix of innovation model in Mexico, a state of the art matrix TT - Identificación de factores clave de la academia en el proceso de vinculación del modelo de la triple hél. *Nova Scientia*, 8(16), 246–277. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100246&lang=en%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v8n16/2007-0705-ns-8-16-00246.pdf
- Porter, M. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance* (Free Press (ed.)). Free Press.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Free Press*. https://economie.ens.psl.eu/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf
- Porter, M., & Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economics Perspectives*, 9(4), 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Posen, A. (2025). *El verdadero peligro de los planes económicos de Trump*. 25, 33–39.
- Proaño, H. A. (2024). Innovación y crecimiento económico en países en vías de desarrollo entre 2019-2023: Revisión sistemática. *Revista Ñeque*, 7(19), 502–514. <https://doi.org/10.33996/revistaneque.v7i19.156>
- Pulido, A. (2006). La inovación en el siglo XXI. *ResearchGate*.

- https://www.researchgate.net/publication/5164835_La_innovacion_en_el_siglo_XXI
- Ramírez, B., Osuna, J., & Suástegui, C. (2012). *Vinculación Universidad-Sociedad*.
https://repositorios.fca.unam.mx/alapec/docs/asambleas/xiii/ponencias/educacion/E_06.pdf
- Ramírez, S. A. (2006). Endogenous growth theory , status quo efficiency , and globalization. *Berkeley La Raza Law Journal*, 17.
<https://lawcat.berkeley.edu/record/1120480/files/fulltext.pdf>
- Rebelo, S. (1991). Long-run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500–521.
- Rivera, I., Ocampo, J., & Arredondo, L. (2010). El modelo de la Triple Hélice y la gestión de la vinculación en la Universidad Autónoma de Baja California. *Repositorio Digital IPN*, 1–12.
http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3587/El_modelo_de_la_tripe_helice_y_la_gestion_de_la_vinculacion.pdf?sequence=1
- Rivera, N., & 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>
- Rojo, M., Padilla, A., & Riojas, R. (2019). La innovación y su importancia. *Revista Científica UISRAEL*, 6(1), 9–22. <https://doi.org/10.35290/rcui.v6n1.2019.67>
- Romanowski, R. (2017). The impact of local innovation systems support on local development for cross-border regions of the eastern Poland. *Przedsiębiorczość Międzynarodowa*, 3(2), 63–79. <https://doi.org/10.15678/PM.2017.0302.05>
- Romanowski, R. (2020). The impact of the Triple Helix model on the local development of Western Poland. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2020(146), 393–411. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2020.146.28>
- Romer, P. (1986). *Increasing returns and long-run growth*. 94(5).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1086/261420>
- Romer, P. (1986b). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037. <https://extranet.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon->

thibault/paul-romer-increasing-returns-and-long-run-growth.pdf

- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/261725>
- Rubio, B. (2014). El dominio del hambre. Crisis de hegemonía y alimentos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699. <https://doi.org/0188-2503>
- Ruiz, A. (2016). La investigación econométrica mediante paneles de datos: Historia, modelos y usos en México. *Revista Economía y Política*, 24(24), 11–32. <https://doi.org/10.25097/rep.n24.2016.01>
- Said, N., & Abdullah, Z. (2024). The Triple Helix of innovation: a case study of the role and social relations of universities, industry and government. *Akademika*, 94(03), 283–299. <https://doi.org/10.17576/akad-2024-9403-16>
- Salazar, C., & Seoane, A. (2019). *La región Asia-Pacífico: desafíos para el desarrollo, hoy*. <https://www.dusselpeters.com/206.pdf>
- Sánchez, C., & Avilés, S. (2012). *Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo* (Centro de). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. - CONACYT - SAGARPA - COFUPRO. <https://www.cibnor.gob.mx/personal/bmurillo/hierbas/docs/fuentes-financiamiento-proyectos-investigacion-tecnologia.pdf>
- Sapién-aguilar, A. L., Piñón-howlet, L. C., & Gutiérrez-diez, M. D. C. (2015). *Triple Hélice mediante variables de interacción*. 11(20), 308–325.
- Sapién, L., Piñón, L., & Gutiérrez, M. (2015). *Relaciones reciprocas en el modelo de Triple Hélice mediante variables de interacción*. 308–325.
- Sarabia, G. (2016). La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas. *CienciaUAT*, 10(2), 13. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v10i2.741>
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Editorial Folio. <https://www.folio.com.ar/producto/capitalismo-socialismo-y-democracia/%0A%0A>
- Scott, A., & Storper, M. (2007). Regions, globalization and development. *Routledge*, 37(6 & 7), 191–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0034340032000108697>
- Sepúlveda, Y. (2020). Gestión del conocimiento social: modelo de innovación abierta de la

- cuádruple hélice y su impacto en centros/ institutos de investigación. *Documento de Trabajo*, July. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14973.38885>
- Servicio Nacional de Aduanas de Chile. (2007). *Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC)*. <https://www.aduana.cl/foro-de-cooperacion-economica-de-asia-pacifico-apec/aduana/2007-02-28/103547.html>
- Stock, J., & Watson, M. (2012). Introducción a la econometría. In *British Journal of Cancer* (3rd ed.). Pearson Education. <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art55/int55.htm>
- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. (2024). *About APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation)*. <https://www.subrei.gob.cl/organismos-multilaterales/apec-foro-de-cooperacion-economica-de-asia-pacifico/acerca-del-foro>
- Sudiana, K., Sule, E., Soemaryani, I., & 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>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (Segunda). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Tambor, M. (2014). *The lost wave*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199378234.001.0001>
- Torija, E. (2012). Desarrollo industrial y política macroeconómica de los dragones asiáticos : 1950-2010. *Cepal*, 54. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c6b32689-9a49-4f56-87c7-d3b3368de283/content>
- 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*, 2019(36), 59–75. <https://www.redalyc.org/journal/4778/477865646006/>
- Uribe, J. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101–125. <https://doi.org/10.22430/21457778.1214>
- Urra, M. (2017). *Estado , mercado , academia ... y comunidad*. [Universidad Pontificia de Comillas de Madrid]. <http://hdl.handle.net/11531/26826>
- Usac, H. (2015, February 16). *Evolución de la industria*.
- Valdés, L., & Martín, A. (2003). *La innovación y el desarrollo tecnológico como una política*

- de Estado y los estímulos fiscales para promoverla. January 2003, 5–36.*
<http://redalyc.uaemex.mx/>
- Valenzuela, D., Serrato Rodríguez, J., & Ruiz Marines, A. (2017). El trabajo, el capital y el cambio tecnológico como determinantes de la productividad. Un estudio de política pública para las economías de América Latina, 1990-2019. In *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología* (Vol. 9, Issue 17).
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.17.58151>
- Vázquez, A. (2001). Desarrollo local. *Encuentro*, 1(59), 26–41.
<https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i59.4122>
- Vázquez, A. (2007). *Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial*. 11, 183–210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2500824>
- Vázquez, A. (2009). Desarrollo local, una estrategia para tiempos de crisis. In *CONCEPTOS CRITICOS Universitas Forum* (Vol. 1, Issue 2).
- Vega, M. A. (2012). Aspectos y avances en ciencia, tecnología e innovación. *Polis (Santiago)*, 11(33), 451–470. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682012000300022>
- Virkkala, S., & Mariussen, Å. (2021). Networks of innovation: Measuring structure and dynamics between and within Helices, regions and spatial levels. Empirical evidence from the Baltic Sea region. *Triple Helix*, 8(2), 282–328.
<https://doi.org/10.1163/21971927-bja10019>
- Wallerstein, I. (1974). The modern world-system. Capitalist agriculture and the origins of the european world-economy in the sixteenth century. In University of California Press (Ed.), *University of California Press*.
- Wang, S., Wang, J., Wei, C., Wang, X., & Fan, F. (2021). Collaborative innovation efficiency: From within cities to between cities—Empirical analysis based on innovative cities in China. *Growth and Change*, 52(3), 1330–1360.
<https://doi.org/10.1111/grow.12504>
- Webscolar. (2013). *Áreas industriales en el mundo*. Recuperado el 7 de abril de 2022 de <https://www.webscolar.com/las-regiones-industriales-en-el-mundo>
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709–748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>

- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817. <https://doi.org/10.2307/1912934>
- Williamson, O. (1979). Transaction-cost economics: The governance of contractual relations. *Journal of Law and Economics*, 22(2), 233–261.
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*, 126(1), 25–51. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>
- Wonglimpiyarat, J., & Khaemasunun, P. (2015). China's innovation financing system: Triple Helix policy perspectives. *Triple Helix*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0013-y>
- Wooldridge, J. (2010). Introduccion a la econometria un nefoque moderno. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://herioscarlanda.files.wordpress.com/2018/10/wooldridge-2009-introduccic3b3n-a-la-econometrc3ada-un-enfoque-moderno.pdf>
- Wooldridge, J. M. (2019). Correlated random effects models with unbalanced panels. *Journal of Econometrics*, 211(1), 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2018.12.010>
- Yang, L., Albats, E., & Etzkowitz, H. (2021). Interdisciplinary organization as a basic academic unit? *Industry and Higher Education*, 35(3), 173–187. <https://doi.org/10.1177/0950422220956951>
- Zamora, A., & Cruz, G. (2020). Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México. In *El Colegio de San Luis A.C.* (Vol. 21). [https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/1615/1/Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México Revisión de literatura.pdf](https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/1615/1/Una%20perspectiva%20sist%C3%A9mica%20de%20la%20Triple%20H%C3%A9lice%20en%20la%20innovaci%C3%B3n%20social%20en%20la%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20Revisi%C3%B3n%20de%20literatura.pdf)
- Zamora, A., & Gómez, A. (2024). Competitividad sistémica entorno en el comercio electrónico de las economías del Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). *Revista de Investigación Académica Sin Fronteras*, 17(42), 1–27. <https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.690>
- Zuccarino, M. (2012). Modelos estadounidense-fordista y japonés-toyotista: ¿Dos formas de organización productiva contrapuestas? *Historia Caribe*, 21, 197–215. <http://www.scielo.org.co/pdf/hisca/v7n21/v7n21a09.pdf>

Anexos

Anexo 1.

Matriz de congruencia

MATRIZ DE CONGRUENCIA						
TÍTULO DE LA TESIS: EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024.						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			MARCO TEÓRICO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL					DEFINICIÓN	INDEPENDIENTE
PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	El marco se sustenta en una compilación de diversas teorías inherentes a la investigación misma, entre ellas se destacan las siguientes: <u>Teoría de la Triple Hélice - Etzkowitz y Leydesdorff (2000)</u> : Gobierno, universidad y empresa interactúan para generar innovación. <u>Economía institucional y desarrollo institucional</u> - North (1994) y Ostrom (1990, 2005): Las instituciones determinan los incentivos y el desempeño económico. <u>Teoría del desarrollo endógeno - Boisier (1970) y Vazquez (2007)</u> : El conocimiento y el capital humano son motores internos del crecimiento. <u>Desarrollo local y regional - Albuquerque (2004, 2007) y Vázquez (2001, 2009)</u> : El territorio y los	DEPENDIENTE		
¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC, la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el proceso de desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.		Desarrollo industrial	Producto Interno Bruto per cápita	PIBpc
ESPECÍFICOS				INDEPENDIENTES		
¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de	Estimar la injerencia gubernamental, en tanto componente de	En las economías de APEC el gobierno, en tanto componente de la Triple Hélice, ha		Gobierno	Gasto público en educación (total)	GastoEduTot

la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.	actores locales son clave en procesos de industrialización. <u>Teoría sobre la globalización de la producción</u> - <i>Wallerstein (1974)</i> y <i>Gereffi (1989)</i> : Las economías distribuyen bienes y servicios a nivel global, adaptándose a las exigencias competitivas del mercado.			
¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Evaluar la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.	<u>Teoría de la innovación tecnológica</u> - <i>Schumpeter (1942)</i> : La innovación es motor del desarrollo económico y la transformación industrial. <u>Desarrollo sostenible e innovación</u> - <i>Porter y Van (1995)</i> : La innovación puede compatibilizar competitividad y sostenibilidad ambiental.	Academia	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	ArtPubCien
¿Cómo han impactado las empresas en el desarrollo industrial, en tanto componente de la Triple Hélice, en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Deducir el impacto de las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.		Empresas	Solicitudes de patentes (totales)	SolPatTot

Fuente: Elaboración propia con base en el apartado de los fundamentos de la investigación (2025).

Anexo 2.

Producto Interno Bruto per cápita de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) 1993-2024

																Papúa						
	Brunei															Nueva	Nueva	Estados				
Año	Australia	Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Zelanda	Perú	Filipinas	Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Unidos	Vietnam		
1993	37155.51	40342.05	31032.76	6461.73	1258.35	24621.75	1693.11	29232.44	11424.59	8411.80	5062.59	26174.83	2723.28	1620.36	2515.64	5798.91	27139.95	3187.00	40002.48	805.61		
1994	38264.15	39721.43	32074.16	6688.30	1406.86	25526.53	1790.33	29466.76	12358.52	8623.48	5390.10	27151.47	2998.58	1654.75	2570.34	5071.74	29220.27	3391.49	41106.99	861.12		
1995	39310.80	39274.50	32595.45	7201.13	1545.19	25620.08	1905.54	30171.16	13411.11	7970.64	5771.35	28020.25	3158.98	1693.81	2397.40	4862.65	30379.90	3614.93	41710.82	927.63		
1996	40337.11	38331.66	32801.30	7605.29	1681.63	25551.43	2020.99	31046.17	14332.14	8320.65	6190.46	28576.44	3186.90	1752.24	2492.08	4686.86	31349.32	3766.86	42783.82	998.92		
1997	41464.50	39820.21	33867.01	8058.94	1819.10	26631.85	2081.84	31276.19	15074.49	8770.84	6480.56	28790.30	3331.15	1800.26	2310.99	4760.34	32835.25	3614.61	44151.69	1064.78		
1998	42967.66	36331.18	34894.61	8287.45	1944.44	24856.81	1780.20	30795.09	14198.39	9161.90	5857.97	28780.93	3258.30	1746.53	2147.05	4515.51	31043.11	3295.36	45596.43	1110.11		
1999	44636.94	37045.93	36391.54	8161.45	2076.82	25237.69	1767.51	30636.27	15714.41	9264.98	6070.96	30169.74	3250.38	1759.42	2112.10	4819.38	32557.05	3403.09	47234.25	1148.04		
2000	45859.52	37509.60	37906.86	8465.35	2237.44	26933.26	1828.10	31430.63	16995.56	9581.97	6455.61	30853.81	3286.27	1793.35	1989.58	5323.67	34890.08	3514.72	48616.26	1212.20		
2001	46191.31	37269.31	38200.46	8632.01	2405.89	26885.46	1868.59	31476.05	17684.05	9398.35	6334.93	31718.76	3261.66	1807.71	1920.78	5618.96	33597.87	3599.03	48597.43	1273.81		
2002	47486.28	37976.26	38921.67	8810.69	2610.73	27210.11	1926.37	31416.12	18940.38	9242.28	6516.91	32641.82	3398.75	1837.25	1854.42	5910.17	34598.83	3783.75	48967.37	1340.52		
2003	48394.13	38595.17	39270.02	9130.78	2857.04	28097.14	1991.92	31830.22	19435.49	9222.00	6732.92	33517.09	3502.79	1892.82	1832.68	6370.45	36709.80	4018.16	49905.52	1418.74		
2004	49902.02	37948.66	40108.76	9642.37	3127.86	30304.33	2065.71	32515.12	20364.76	9421.29	7025.35	34372.59	3640.60	1978.34	1821.85	6856.68	39856.64	4232.77	51348.35	1510.94		
2005	50853.20	37312.28	41006.22	10104.42	3465.82	32401.40	2155.45	33098.55	21197.20	9491.52	7234.02	35126.33	3835.13	2037.88	1875.82	7323.39	41798.49	4372.26	52649.57	1609.96		
2006	51553.97	38229.36	41663.51	10611.61	3883.35	34458.05	2244.08	33531.52	22196.21	9813.83	7469.81	35665.35	4091.36	2110.42	1915.23	7949.90	44159.41	4551.53	53596.32	1699.68		
2007	52531.76	36174.52	42106.87	11051.35	4409.76	36371.70	2355.15	33990.04	23365.14	9877.70	7769.60	36414.32	4407.79	2209.35	2000.97	8640.41	46178.81	4760.67	54152.83	1788.95		
2008	53336.10	34126.69	42067.57	11356.09	4811.47	36924.11	2464.60	33557.65	23887.06	9826.34	7976.12	35739.36	4778.53	2264.95	1934.03	9093.70	44601.58	4805.76	53703.96	1856.01		
2009	53237.01	32855.60	40376.42	11116.41	5237.77	35938.61	2546.22	31651.08	23952.81	9074.12	7700.46	35370.59	4801.17	2256.73	2003.24	8381.87	43331.88	4737.46	51863.62	1927.13		
2010	53578.81	33121.32	41164.34	11649.29	5764.87	38090.04	2670.81	32942.20	25455.62	9389.07	8118.92	35489.76	5167.39	2373.14	2140.51	8755.12	48752.05	5059.36	52812.68	2027.58		
2011	54111.36	33754.36	42043.64	12252.84	6275.91	39656.34	2799.62	33011.13	26191.64	9575.93	8400.32	35957.52	5453.46	2416.75	2102.03	9120.82	50713.53	5070.24	53215.54	2132.90		
2012	55257.57	33544.54	42320.64	12882.83	6723.19	39887.83	2930.52	33518.45	26680.28	9782.52	8710.53	36607.15	5740.04	2533.74	2139.48	9464.01	51679.35	5403.88	54000.84	2224.11		
2013	55728.02	32381.07	42851.17	13182.73	7198.07	40959.98	3055.24	34239.89	27399.62	9738.71	8964.81	37267.66	6021.46	2654.42	2162.11	9601.54	53298.97	5516.61	54728.86	2320.08		
2014	56327.85	31148.73	43643.24	13285.95	7686.58	41796.87	3170.72	34386.91	28100.01	9862.48	9341.73	38056.27	6103.92	2776.92	2391.36	9493.81	54681.93	5541.47	55665.24	2439.29		
2015	56739.03	30625.13	43594.19	13433.92	8175.33	42432.16	3288.22	34960.64	28737.44	10021.24	9648.68	38665.37	6231.71	2909.86	2484.60	9277.71	55645.61	5688.85	56849.47	2577.57		
2016	57401.07	29492.42	43551.34	13505.10	8679.38	43087.55	3416.81	35242.20	29467.12	10100.50	9901.48	39235.37	6392.25	3076.34	2557.09	9269.32	56986.79	5857.78	57430.85	2715.58		
2017	57750.65	29524.66	44339.39	13473.35	9221.51	44380.82	3553.52	35861.97	30312.89	10193.77	10293.76	39722.61	6457.42	3247.45	2584.89	9418.91	59485.30	6076.74	58435.97	2868.14		
2018	58530.78	29200.20	44907.34	13763.01	9798.65	45280.51	3701.32	36138.53	31059.27	10296.87	10610.20	40371.55	6593.14	3410.94	2518.46	9674.79	61250.35	6314.20	59817.66	3048.28		
2019	58924.73	29996.24	45100.29	13630.59	10356.48	44195.30	3850.90	36043.78	31645.95	10159.45	10902.98	40655.08	6626.26	3575.88	2572.56	9882.02	61345.53	6434.54	61047.97	3241.08		
2020	58132.80	30015.96	42366.13	12679.02	10573.64	41451.33	3739.45	34642.97	31378.16	9234.64	10171.47	39646.35	5831.83	3198.67	2438.61	9632.33	59189.70	6035.19	59484.03	3303.17		
2021	59276.50	29256.18	44639.19	14051.47	11469.57	44530.95	3850.69	35741.16	32771.07	9728.06	10388.27	41273.38	6547.85	3350.98	2378.37	10231.32	67731.26	6121.53	62986.66	3358.22		
2022	61009.81	28549.18	45677.69	14283.15	11830.60	43281.72	4024.91	36238.33	33690.38	10013.37	11174.21	42668.04	6667.52	3577.70	2467.23	10119.06	68218.81	6278.79	64198.43	3617.66		
2023	61598.18	28645.96	45048.28	14280.35	12484.16	43546.71	4192.65	36952.52	34121.02	10253.53	11429.59	42207.97	6568.00	3744.70	2515.29	10562.03	66167.36	6408.41	65505.26	3775.46		
2024	61211.90	29605.88	44401.72	14579.40	13121.68	44724.54	4367.86	37144.91	34551.66	10313.49	11868.37	41416.29	6711.19	3925.30	2572.03	11043.26	67706.83	6573.44	66682.62	4017.75		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial [BM] (2024h).

Anexo 3.

Gasto público en educación (total) de las economías de APEC 1993-2024

Año	Australia	Brunei Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva Zelanda	Perú	Filipinas	Papúa Nueva Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Estados Unidos	Vietnam
1993	18017.84	59.60	36434.19	906.05	22210.04	10.002,4	265.04	79558.66	1752.32	2728.05	541.17	2913.97	134.23	162.09	123.18	37360.77	253.41	406.79	320215.70	106.58
1994	18945.31	51.37	35899.40	1035.25	26013.73	10.183,7	278.04	82641.56	4123.72	3133.74	627.66	3192.47	130.11	196.13	110.84	36464.45	982.28	553.86	317940.98	130.52
1995	19872.78	43.14	35364.61	1164.45	29817.42	12.356,0	291.04	85724.46	6495.12	3539.43	714.15	3470.97	125.99	230.17	98.50	35568.13	1711.15	700.93	315666.26	154.46
1996	20800.25	34.91	34829.82	1293.65	33621.11	13.315,5	304.04	88807.36	8866.52	3945.12	800.64	3749.47	121.87	264.21	86.16	34671.81	2440.02	848.00	313391.54	178.40
1997	21727.72	26.68	34295.03	1422.85	37424.80	12.470,5	317.04	91890.26	11237.92	4350.81	887.13	4027.97	117.75	298.25	73.82	33775.49	3168.89	995.07	311116.82	202.34
1998	21981.46	41.61	33117.69	1366.28	43775.33	12.690,1	327.98	92245.79	12158.34	4656.51	921.20	4110.31	93.70	302.08	73.97	34621.11	3211.31	1179.17	302600.31	169.51
1999	22207.00	37.16	32493.50	1498.84	45192.17	13.399,1	335.51	94194.57	14682.76	4873.62	993.41	4361.20	160.92	281.43	69.88	32578.24	4040.11	1306.66	296940.93	199.92
2000	23495.94	38.26	34252.57	1552.28	53284.78	14.318,5	398.08	96607.21	15875.05	5026.99	1327.34	4324.72	172.38	345.72	64.24	32706.64	4812.54	1667.73	306472.50	202.08
2001	23969.95	32.00	33653.44	1646.31	70675.54	7.382,6	330.10	96102.98	18435.81	5434.53	1170.75	4412.78	196.66	304.03	76.27	36554.80	4917.06	1791.16	306733.89	241.05
2002	24502.31	24.27	36459.85	2060.22	75171.18	7.068,7	386.00	98144.51	20023.41	5962.27	1484.43	4373.95	191.96	407.82	51.99	36335.60	5494.59	2144.38	320944.51	234.14
2003	25877.10	37.66	38722.16	2100.02	88585.08	6.114,9	386.76	101381.97	23879.88	6705.18	1761.55	4522.51	267.77	375.35	54.18	34851.82	6216.66	2370.80	336490.55	300.38
2004	28033.19	37.87	42633.37	2248.21	121751.14	6.199,9	472.22	103829.66	27741.08	7301.35	2093.36	4947.70	265.08	389.09	42.64	35079.43	7569.13	2795.66	360328.73	335.70
2005	31994.97	35.14	47844.97	2533.92	165867.16	6.030,5	604.42	112257.28	32097.53	8304.10	2508.56	5448.08	302.14	457.51	37.26	34561.84	8104.46	3666.24	390402.56	403.83
2006	34320.11	41.66	50605.96	3132.37	192881.56	5.922,3	729.90	113533.15	37247.49	9437.14	3210.77	5769.72	441.15	445.82	48.87	30269.91	8422.64	4425.92	394240.08	454.15
2007	36315.46	43.81	51979.50	3293.80	213648.18	5.332,7	658.13	109140.33	41317.08	9586.60	3763.96	6148.62	402.49	492.66	60.76	30957.09	8184.89	4728.42	396306.10	520.22
2008	37767.96	50.67	53779.61	3759.34	248120.21	4.861,9	771.94	107614.13	43923.63	10353.88	5859.36	6434.48	406.39	545.02	59.00	32732.40	8706.65	5490.98	399273.41	785.39
2009	39537.36	51.01	55876.68	3981.25	285755.68	6.747,6	1094.50	109026.54	45957.42	10632.10	7850.72	6683.61	491.52	595.33	40.02	33541.86	9004.41	6046.99	404007.54	886.15
2010	42096.62	58.16	56793.27	4235.52	309193.41	6.048,6	1446.09	108732.89	50338.95	11244.42	10937.69	6962.20	553.93	679.82	49.73	34294.25	9957.90	6801.56	413704.71	1099.63
2011	45374.30	79.69	57715.63	4534.62	323331.81	6.103,8	1942.53	110457.48	53624.10	11751.80	13550.23	7675.32	596.78	878.82	41.60	36397.08	10208.42	7243.97	426831.73	1220.53
2012	46728.07	116.39	59761.57	5059.05	329067.39	7.169,6	2111.14	109040.04	56100.89	12602.76	14203.57	7759.43	641.35	820.31	61.17	36531.93	10823.23	7563.51	430163.93	1559.95
2013	50921.20	123.02	60074.83	5099.24	355650.59	7.805,7	2815.34	108551.11	57320.12	13186.80	15008.95	7808.07	667.12	935.46	53.22	38952.94	11085.50	7580.72	432033.06	1881.36
2014	52854.67	186.05	60858.96	5871.42	385100.77	7.835,8	3354.32	105286.60	60152.58	14167.62	16608.39	7997.30	745.61	1038.82	62.90	44778.75	11333.21	8203.92	434412.33	1943.68
2015	54235.21	174.11	61391.62	6161.44	406733.90	9.095,5	4474.10	102018.50	62722.77	14570.29	18099.96	7892.26	899.29	1365.11	58.96	51956.58	11536.92	8535.21	436908.38	2223.04
2016	55173.81	220.47	61324.12	6774.99	436613.57	9.547,2	6753.72	102449.32	62915.13	15194.65	18747.44	8203.80	1071.41	1654.64	59.81	61137.30	12074.78	9584.81	437546.04	3021.10
2017	55219.84	200.95	61601.66	6921.66	468712.74	10.002,5	13002.06	102425.45	64096.89	16177.94	19900.96	8178.13	1389.87	1992.04	62.00	68641.10	12189.62	11108.45	440417.99	3279.05
2018	56691.37	294.39	63648.46	7572.42	532295.26	10.183,8	21795.18	103957.43	66892.64	17182.13	19992.49	8396.44	1700.86	2121.30	61.16	77629.60	12072.15	12784.69	447164.41	4301.70
2019	58770.26	230.03	64546.67	8012.18	617494.48	12.356,1	31005.34	104005.62	70701.85	18991.67	21651.72	8890.78	2332.04	3379.76	71.07	90819.89	12086.28	13620.48	451480.17	6113.19
2020	58870.89	292.63	65331.55	9032.26	672734.70	13.315,6	32895.71	102788.11	73255.78	20363.28	21993.06	8813.47	2892.98	3262.82	60.17	94909.93	12347.41	14020.33	457586.90	8265.78
2021	61975.95	335.16	69684.17	9990.88	766200.41	12.470,6	39566.05	109074.89	77566.47	21753.88	26302.68	9152.02	4064.96	4052.93	83.64	100841.94	12611.05	16705.46	472448.44	9651.04
2022	62305.03	414.38	69051.87	9057.77	898949.09	12.690,2	31947.10	103722.96	76995.71	21027.10	26506.35	9213.62	4584.96	3961.49	83.33	84251.73	12700.34	18490.53	457335.25	10530.19
2023	62634.11	493.60	68419.57	8124.66	1031697.80	13.399,0	24328.15	98371.03	76304.95	20300.32	26710.02	9275.22	5104.96	3870.05	83.02	67661.52	12789.63	20275.60	442222.06	11409.34
2024	62963.19	572.82	67787.27	7191.55	1164446.40	14.318,6	16709.20	93019.10	75674.19	19573.54	26913.69	9336.82	5624.96	3778.61	82.71	51071.31	12878.92	22060.67	427108.87	12288.49

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024d).

Anexo 4.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas de las economías de APEC 1993-2024

Año	Australia	Brunei Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva Zelandia	Perú	Filipinas	Papúa Nueva Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Estados Unidos	Vietnam
1993	12947	88	26930	1334	19618	1195	2069	366486	36493	8212	7857	3102	288	2038	3	32477	1490	2463	184196	225
1994	13346	41	27163	1637	19067	1640	2334	353301	45712	9944	9669	3771	398	2146	4	25745	3379	2966	202755	292
1995	14061	42	26592	1706	18699	1961	2874	369215	78499	5393	5102	4719	508	2376	3	24444	2557	3532	228142	682
1996	15018	21	27570	1947	22742	2100	3997	376615	90326	6751	6586	7467	617	2797	1	25994	12581	4558	211946	966
1997	17158	42	28582	2572	24774	2385	4018	391572	92684	10531	10290	9831	804	3565	2	23229	6336	5394	220496	1264
1998	17925	32	33972	2775	47396	14667	1846	401932	75233	10893	10633	5700	898	3443	4	24753	6678	5071	236979	1105
1999	19818	34	37250	2812	50044	6040	2936	405655	80642	12110	11873	7961	992	3361	5	27844	7053	5176	265763	1142
2000	22001	21	39622	3120	51906	8295	3890	436865	102010	13061	12836	7048	1078	3636	8	32337	8236	5049	295895	1239
2001	22735	21	39716	2750	63450	8914	3926	439175	104612	13565	13302	7275	1010	2605	7	34090	8250	5332	326471	1286
2002	22545	21	39741	2538	80232	9130	3843	421044	106136	13062	12858	6948	869	854	6	33308	8199	4489	334445	1211
2003	21594	43	37228	2405	105317	9102	3300	413093	118651	12207	12115	6873	924	1873	13	34870	7874	5131	342441	1150
2004	22833	31	38201	2867	130384	10005	3668	423081	140115	13198	13155	6531	823	2696	20	30190	8585	5373	356943	1431
2005	23857	26	39888	3007	173327	11763	4304	427078	160921	14435	14373	7005	1020	2972	26	32253	8605	6340	390733	1947
2006	26003	41	42038	3215	210501	13790	4612	408674	166189	15505	15462	7365	1271	3257	33	37691	9163	6261	425966	2166
2007	26840	64	40131	3806	245161	13766	5134	396291	172469	16599	16640	7844	1359	3473	39	39439	9951	6818	456154	2860
2008	26346	75	42089	3952	289838	13662	5133	391002	170632	16581	16714	5724	1535	3313	46	41849	9692	6741	456321	3199
2009	23681	42	37477	1717	314604	11857	4518	348596	163523	14281	14693	6358	694	2997	53	38564	8736	5857	456106	2890
2010	24887	38	35449	1076	391177	11702	5630	344598	170101	14576	14856	6636	300	3393	59	42500	9773	1937	490226	3582
2011	25526	35	35111	2792	526412	13493	5830	342610	178924	14055	14066	6209	1168	3196	66	41414	9794	3924	503582	3560
2012	26358	31	35242	3019	652777	12988	6640	342796	188915	15314	15134	7099	1190	2994	72	44211	9685	6746	542815	3805
2013	29717	35	34741	3072	825136	13916	7450	328436	204589	15444	15433	6781	1266	3285	79	44914	9722	7404	571612	3995
2014	25956	117	35481	3105	928177	12542	8023	325989	210292	16135	16242	7728	1287	3589	63	40308	10312	7930	578802	4447
2015	28605	103	36964	3274	1101864	12212	9153	318721	213694	18071	17979	6501	1249	3734	47	45517	10814	8167	589410	5033
2016	28394	89	34745	2907	1338503	14092	9639	318381	208830	17413	17212	6386	1163	3419	42	41587	10980	7820	605571	5228
2017	28906	107	35022	2894	1381594	13299	9303	318481	204775	17184	17016	6160	1219	3395	38	36883	10930	7865	606956	5382
2018	29957	121	36161	3100	1542002	15986	9754	313567	209992	16424	15985	6238	1222	4300	33	37957	11845	8149	597141	6071
2019	29758	141	36488	3237	1400661	16532	11481	307969	218975	15941	15707	6014	1259	4380	63	35511	14136	8172	621453	7520
2020	29294	120	34565	2805	1497159	21556	8160	288472	226759	14312	14169	5765	1267	3993	53	34984	13265	7525	597172	7695
2021	32409	139	37155	3082	1585663	21943	8800	289200	237998	16161	15927	6852	1235	4393	29	30977	14590	8242	591473	8534
2022	35524	158	39745	3359	1674167	22330	9440	289928	249237	18010	17685	7939	1203	4793	5	26970	15915	8959	585774	9373
2023	38639	177	42335	3636	1762671	22717	10080	290656	260476	19859	19443	9026	1171	5193	19	22963	17240	9676	580075	10212
2024	41754	196	44925	3913	1851175	23104	10720	291384	271715	21708	21201	10113	1139	5593	43	18956	18565	10393	574376	11051

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024a).

Anexo 5.

Solicitudes de patentes (totales) de las economías de APEC 1993-2024

Año	Brunei		Australia	Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva		Perú	Filipinas	Papúa		Rusia	Singapur	Tailandia	Estados		Vietnam
														Zelanda				Nueva	Guinea				Unidos		
1993	5.51	4.29			7.68	2.38	1.66	2.02	0.99	3.37	3.70	3.46	4.65	6.11		2.88	2.10	19.71		1.78	1.77	3.67	4.59		5.94
1994	5.24	4.49			6.66	2.51	1.99	2.26	1.00	3.57	3.02	3.48	4.71	5.93		2.96	2.38	18.89		1.94	1.99	3.41	4.81		5.87
1995	5.16	4.68			6.30	2.56	1.84	2.49	1.00	3.40	2.94	3.50	4.34	5.74		3.04	2.66	18.07		2.11	2.22	3.14	5.02		5.80
1996	5.08	4.87			6.03	2.78	1.85	2.73	1.08	3.37	3.08	3.39	4.91	6.38		3.12	2.94	17.25		2.27	2.44	3.50	5.23		5.73
1997	5.00	5.06			5.76	2.99	1.85	2.96	1.07	3.33	3.22	3.28	4.62	6.16		3.20	3.08	16.43		2.44	2.66	4.58	5.45		5.66
1998	4.92	5.25			5.49	3.32	1.84	3.20	1.42	3.30	3.37	3.18	5.15	6.40		3.28	3.70	15.61		2.61	2.88	4.63	5.66		5.59
1999	4.84	4.93			5.53	3.71	1.89	3.43	1.77	3.38	3.37	3.36	5.69	6.64		3.44	3.43	14.79		2.77	3.10	4.83	5.87		5.52
2000	4.76	3.71			5.42	3.76	1.97	3.67	2.11	3.46	3.42	3.81	5.97	6.63		3.23	3.16	13.97		2.94	3.32	5.25	6.09		5.45
2001	5.22	3.54			4.95	3.90	2.06	3.90	2.46	3.40	3.48	4.03	7.48	6.62		3.04	2.92	13.15		3.11	3.54	4.82	6.30		5.38
2002	5.31	3.37			4.99	4.05	2.14	4.02	2.65	3.41	3.53	4.24	7.66	6.61		2.82	2.89	12.33		3.84	3.88	3.86	6.36		5.31
2003	5.25	3.21			4.92	3.92	2.22	4.29	3.22	3.47	3.59	4.83	7.50	6.60		2.94	2.94	11.51		3.68	3.98	3.73	6.33		5.24
2004	5.19	3.04			4.84	3.54	2.31	4.56	2.75	3.43	3.64	4.51	5.92	6.59		2.96	2.47	10.69		3.55	3.65	4.03	6.25		5.17
2005	5.27	2.88			4.77	3.28	2.39	4.13	2.87	3.31	3.70	4.63	5.20	6.58		2.84	2.33	9.87		3.77	3.20	3.94	6.17		5.10
2006	5.16	2.71			4.77	3.04	2.44	3.84	2.96	3.28	3.75	4.49	4.49	6.57		2.65	2.43	9.05		3.87	2.86	4.05	6.16		5.03
2007	4.97	2.54			4.77	3.23	2.70	3.45	3.04	3.28	3.80	4.48	4.37	6.56		2.63	2.49	8.23		3.98	2.95	3.60	6.24		4.96
2008	4.90	2.38			4.63	3.79	3.63	3.26	2.90	3.27	3.86	4.61	3.96	6.55		2.87	2.58	7.41		4.10	2.76	3.51	6.44		4.89
2009	5.40	2.21			4.84	4.25	3.75	4.39	3.53	3.56	3.91	4.95	5.97	6.54		3.14	2.54	6.59		4.47	3.01	3.86	6.74		4.82
2010	6.15	2.05			5.36	4.19	3.56	3.51	2.81	3.60	3.53	4.94	4.97	6.60		2.87	2.56	5.77		3.85	3.08	3.51	6.69		4.05
2011	6.01	3.32			5.26	4.06	3.81	3.42	3.19	3.61	3.71	4.90	5.76	6.55		2.66	2.59	4.95		3.71	3.03	4.81	6.50		3.78
2012	5.56	2.89			4.69	4.30	4.30	3.51	3.41	3.42	3.90	4.88	5.74	6.53		2.92	2.61	4.13		3.79	3.07	3.60	6.25		4.41
2013	5.52	3.12			4.59	4.55	4.13	3.76	3.36	3.41	4.08	4.51	5.48	5.89		3.30	2.64	3.31		3.76	2.85	3.82	6.23		4.53
2014	5.44	3.35			4.84	4.75	4.11	3.57	3.29	3.42	4.27	5.07	5.03	5.81		3.70	2.66	2.49		4.01	2.92	3.92	6.13		3.54
2015	5.46	3.89			4.74	4.90	4.24	3.26	3.58	3.31	4.45	5.05	4.70	5.71		3.97	2.83	1.67		3.83	2.86	3.86	4.93		3.42
2016	5.43	4.43			4.82	5.37	4.21	3.29	1.21	3.15	4.33	4.76	4.35	5.51		3.81	3.30	0.85		3.76	2.87	3.77	4.78		3.47
2017	5.32	4.96			4.96	5.43	4.11	3.31	1.05	3.13	4.33	4.40	4.18	5.28		3.93	3.96	1.96		4.69	2.76	3.47	5.09		3.42
2018	5.41	5.50			4.89	5.47	4.02	3.33	0.99	3.08	4.46	4.14	4.13	5.19		3.71	3.86	1.87		4.68	2.86	3.20	4.90		3.15
2019	5.51	6.03			4.77	5.63	4.06	3.81	0.96	3.16	4.68	4.32	3.98	5.18		3.82	3.41	0.74		3.70	2.73	3.02	4.96		3.08
2020	5.38	6.57			4.89	5.63	4.23	4.41	1.02	3.31	4.80	4.50	4.52	5.65		4.26	3.86	1.50		4.02	2.69	3.15	5.40		3.22
2021	5.33	7.11			4.75	5.00	3.99	4.00	1.03	3.34	4.87	4.25	4.26	5.55		3.93	3.87	1.35		3.99	2.82	2.98	5.43		2.95
2022	5.21	7.64			4.14	4.37	4.02	3.73	0.86	3.24	4.93	4.00	3.50	5.23		3.83	3.58	1.19		4.05	2.49	2.61	5.46		2.89
2023	5.08	8.18			3.53	3.74	4.06	3.80	1.28	3.14	5.00	3.75	3.63	4.91		4.24	3.62	1.04		4.11	2.19	2.52	5.48		2.83
2024	4.95	8.71			2.92	3.11	4.09	3.88	1.69	3.04	5.06	3.50	3.76	4.59		4.64	3.67	0.89		4.17	1.89	2.43	5.51		2.77

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024i, 2024j).

Anexo 6.
Análisis de coincidencias.

Oswualdo Getzemany Moreno Villaseñor

EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1...

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trnoid::3117562634152

Fecha de entrega

2 mar 2026, 8:01 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

2 mar 2026, 8:10 a.m. GMT-6

Nombre del archivo

EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN....pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

280 páginas

79.807 palabras

478.156 caracteres

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
52 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL**

**“EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE
LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS DEL
DESARROLLO REGIONAL**

PRESENTA:

MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR

DIRECTOR DE TESIS

DR. RENÉ AUGUSTO MARÍN LEYVA

CODIRECTOR DE TESIS

DR. JUAN GONZÁLEZ GARCÍA

MORELIA, MICHOACÁN, MARZO DE 2026.

Agradecimientos

Desde pequeño soñaba con ser doctor, médico específicamente, al paso de los años el destino me fue encaminando primero hacia la licenciatura en administración, en el Instituto Tecnológico de Morelia (escuela de mis anhelos), posteriormente siguiendo el camino de mis papás el destino me llevo a la Maestría en Psicopedagogía y Docencia. Hoy alcanzo esa meta que tenía, ser doctor, y si bien, no es como médico, si es de grado, lo cual me permitirá de igual manera cumplir esa vocación de vida AYUDAR AL PRÓJIMO, porque así me lo inculcaron y porque es algo que me gusta hacer constantemente.

*Esta meta no hubiera sido posible sin el apoyo de las dos personas más importantes en mi vida, mis papás, **Mario y Tere**, quienes me han acompañado de la mano paso a paso hasta convertirme en lo que soy hoy, agradezco infinitamente a ellos y a la vida por tener la fortuna de tenerlos; Su amor y apoyo incondicionales, su ejemplo de esfuerzo y perseverancia, su confianza en mí han sido la base sobre la cual he podido construir este camino. Gracias por enseñarme los valores que guían la vida, y por estar siempre presentes, incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tan suyo como mío.*

*Al **Dr. René Marín**, mi director de tesis a quien ahora tengo la fortuna de poder llamar amigo, le agradezco no solo su guía académica, sino también su apoyo humano. Su paciencia, su guía y su confianza en mis capacidades me dieron la fuerza necesaria para continuar cuando las dudas aparecían. Haber compartido este proceso con usted ha sido un privilegio que atesoraré para siempre.*

*Al **Dr. Juan González**, mi codirector de tesis, le expreso mi gratitud por su acompañamiento constante y por su mirada crítica que enriqueció este trabajo. Sus aportaciones fueron fundamentales para dar claridad y solidez a mi formación.*

*A mis sinodales, el **Dr. Víctor Alcaráz**, la **Dra. América Zamora** y la **Dra. Teresa Cortés**, les agradezco el tiempo dedicado a revisar este trabajo y sus valiosas observaciones, que no solo fortalecieron la tesis, sino también mi formación como investigador. Su rigor académico y su generosidad intelectual han sido una inspiración.*

*A **Vana Moreno** que estuvo a mi lado, en cada momento, me llevo invaluable aprendizajes de vida que compartimos en este proceso le agradezco por su compañía y por recordarme que detrás de cada meta hay también motivos personales que nos impulsan a seguir adelante.*

*A mi tía **Guadalupe Moreno**, quien desde niño siempre ha sido un ejemplo a seguir para mí, así como mis abuelitos **Arturo, Rosita, Trino (QEPD)** y **Chabe (QEPD)** por ser pilares en mi formación de vida.*

*A mis mejores amigas **Luisa e Irish**, quienes han estado siempre brindando apoyo incondicional. A mis **amigos y compañeros** que compartieron conmigo este*

proceso, gracias por las conversaciones, las risas y el apoyo silencioso en los momentos de cansancio.

Quiero hacer un agradecimiento especial al **Dr. Javier Ferreiro y a la Dra. Harriet**, quienes me guiaron e impulsaron por el camino de la investigación. El **Ing. Luis Mena** quien, con su apoyo, guía y confianza en mí, ha aportado conocimiento y una amistad que atesoro de por vida.

No puedo dejar pasar la oportunidad de agradecer al **Dr. Odón, Dr. Antonio Fávila, Dr. Enrique Armas, Dr. Francisco Ayvar, Mariana Hernández, Dra. Marcela Teresa, Dr. Javier Ponce, Dr. Héctor Vergara, Mtro. Kenitay, Mtra. Lizbeth Chávez y Mtra. Caro Oropeza**, quienes han sido pieza clave en mi formación y crecimiento personal y profesional, han dejado huella en mi vida.

Así mismo, quiero agradecer al **ININEE**, a la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo** por su compromiso con mi formación científica-académica.

Finalmente, a **CONAHCYT** (ahora **SECIHTI**), instituciones que fueron indispensables para hacer posible este proceso. Su apoyo económico y técnico fue indispensable para que éste sueño se materializara.

Este trabajo es el resultado de muchas manos, voces y corazones que se entrelazan en mi historia. A todos ustedes, gracias por ser parte de este logro que hoy celebro con humildad y gratitud.

Dedicatoria

Este logro quiero dedicarlo a mis papás **Marío y Tere**, ustedes son mi mayor tesoro en mi vida. Los amo infinitamente, y estaré agradecido con ustedes hasta la eternidad por haber sido mis pilares y a quienes me debo. También a mi hermano **Willy**, quien siempre ha cuidado de mí. Y a mi ahijado **Demían**, una razón más para ser una persona de bien para poder ser un buen ejemplo para él. Los amo a todos.

Al **Dr. René Marín** quien, ha sido pieza clave en mi formación y en la realización exitosa de este proceso, atesoro para siempre su amistad, y me llevo los mejores aprendizajes que ha forjado en mí.

A mi **Tía Lupe Moreno**, por siempre confiar en mí y ser mi ejemplo a seguir.

Al **Ing. Mena**, el **Dr. Ferreiro** y la **Dra. Harriet**, ustedes son de mis mayores maestros científicos y profesionales.

A mis abuelitos **Trino (QEPD), Chabe (QEPD), Arturo y Rosita**, gracias a ustedes mis papás y yo estamos aquí, dadores de vida, formadores inigualables, aunque dos de ellos no estén presentes físicamente, sé que estarán orgullosos de quienes forjaron, **HASTA EL CIELO, LOS AMO.**



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL

Dra. América Ivonne Zamora Torres.
Presidenta del H. Consejo Técnico.
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.
P R E S E N T E.

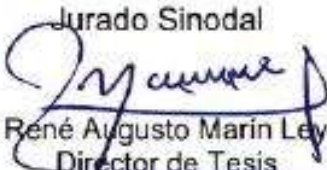
Por medio de la presente le enviamos un cordial saludo y nos permitimos hacer de su conocimiento que una vez revisada la Tesis Doctoral titulada **"EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024"** del alumno (a) **MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR** del Programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, hemos encontrado que satisface plenamente los requerimientos hechos por el Jurado Sinodal, por lo que otorgamos nuestra autorización para que se lleve a cabo la impresión de la versión definitiva de la citada tesis y se continúe con el proceso de obtención del grado respectivo.

Sin otro asunto que tratar por el momento, quedamos a sus órdenes para cualquier duda o aclaración al respecto.

ATENTAMENTE.

Morelia, Mich., a 24 de febrero de 2026

Jurado Sinodal


Dr. René Augusto Marín Leyva
Director de Tesis


Dr. Juan González García
Co-director


Dra. María Teresa Cortés Zavala
Segundo vocal


Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera
Primer vocal


Dra. América Ivonne Zamora Torres
Tercer vocal

C.c.p. Archivo.

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL
CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Morelia, Mich., el día 24 de febrero de 2026, quien suscribe , **MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR** , alumno (a) del programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, manifiesta ser el autor intelectual del presente trabajo de tesis, desarrollado bajo la dirección del **DR. RENÉ AUGUSTO MARÍN LEYVA** y cede los derechos del trabajo titulado **“EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024 ”** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin la autorización escrita del autor y/o director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo, deberá realizarse conforme a las prácticas legales establecidas para este fin.



MTRO. OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR

Índice general

Índice general.....	VI
Índice de tablas, gráficas, ilustraciones, mapas y anexos	XII
Tablas	XII
Gráficas	XIII
Ilustraciones	XIII
Mapas	XIV
Anexos	XIV
Siglarío.....	XV
Glosario	XIX
Resumen	XXVII
Palabras clave	XXVII
Abstract	XXIX
Keywords.....	XXIX
Introducción	XXXI
Capítulo I Fundamentos de investigación	1
I.1. Problemática: deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice	1
I.1.1. Desarticulación entre actores clave	3
I.1.2. Limitada participación de los actores en la innovación	3
I.1.3. Políticas públicas insuficientes	5
I.1.4. Rezago en innovación tecnológica	6
I.1.5. Desigualdades en el desarrollo económico	9
I.1.6. Problema de investigación	12
I.2. Preguntas de investigación	14
I.2.1. Pregunta general	14
I.2.2. Preguntas específicas.....	14
I.3. Objetivos de la investigación	14
I.3.1. Objetivo general	15

I.3.2. Objetivos específicos	15
I.4. Justificación	15
I.4.1. Alcance de la investigación.....	16
I.4.2. Trascendencia de la investigación.....	16
I.5. Horizonte temporal y espacial	20
I.6. Viabilidad de la investigación	20
I.7. Propósito	20
I.8. Hipótesis general.....	21
I.9. Hipótesis específicas	21
I.10. Identificación de variables	22
I.11. Justificación de las variables	23
I.11.1. Variable dependiente: Desarrollo industrial.....	23
I.11.2. Variable independiente: Academia	26
I.11.3. Variable independiente: Empresas	28
I.11.4. Variable independiente: Gobierno	30
I.12. Herramientas e instrumentos	32
I.13. Resumen crítico y conclusiones sobre la conformación de los fundamentos de la investigación.....	33
Capítulo II El desarrollo de las economías de APEC	35
II.1. El desarrollo industrial en el mundo	36
II.2. Innovación y desarrollo en el mundo	43
II.3. Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico (APEC)	47
II.3.1. Historia y evolución de APEC.....	47
II.3.2. Economías miembros de APEC.....	47
II.3.3. Comportamiento histórico del Ingreso Nacional Bruto per cápita, de las economías miembros de APEC.....	51
II.3.5. Cambios desde la incorporación de las economías miembros.....	53
II.3.6. Compromisos recientes y futuro de APEC	54
II.4. Desarrollo industrial en APEC.....	55

II.5. Innovación y desarrollo en APEC-----	56
II.6. Modelos de Hélice en el mundo -----	57
II.7. La Triple Hélice y la vinculación en las economías de APEC -----	59
II.8. La participación de México en APEC -----	63
II.9. Análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años-----	63
II.9.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030	63
II.9.2. Plan México	65
II.9.3. Expectativas para la economía mexicana	67
II.10. Resumen crítico y conclusiones de la conformación del marco referencial del desarrollo de las economías de APEC -----	68
Capítulo III Las Hélices, el desarrollo económico e industrial y sus principales desarrollos teóricos	71
III.1. Los modelos de Hélice-----	71
III.1.1. La Triple Hélice.....	72
III.1.2. La Cuádruple Hélice.....	74
III.1.3. La Penta Hélice.....	75
III.1.4. La N-tuple Hélice	76
III.1.5. Modelo base para la investigación.....	78
III.2. Teorías de economía y desarrollo -----	78
III.2.1. Teoría de la economía institucional.....	79
III.2.3. Teoría del desarrollo institucional	83
III.2.4. Teoría sobre la globalización de la producción	85
III.2.6. Teoría de desarrollo local	86
III.2.7. Teoría de desarrollo endógeno	87
III.2.9. Falacias del desarrollo	91
III.3. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la teoría económica y de desarrollo para las variables de la investigación -----	91
Capítulo IV Desarrollo empírico de los modelos de Hélice	93
IV.1. Investigación inherente al modelo de Triple Hélice -----	93

IV.2. Investigación inherente al modelo de Cuádruple Hélice-----	97
IV.3. Investigación inherente al modelo de Penta Hélice-----	99
IV.4. Investigación inherente al modelo de N-tuple Hélice -----	100
IV.5. Estudios de caso de los modelos de Hélice -----	101
IV.6. Econometría aplicada con un enfoque hacia los modelos de Hélices-----	108
IV.7. Análisis bibliométrico de referentes teóricos de investigación inherente a la Triple Hélice -----	121
IV.8. Resumen crítico de los modelos de Hélice, postura de la investigación y conclusiones-----	123
Capítulo V Econometría y los modelos de datos de panel	125
V.1. Econometría -----	126
V.2. Modelos econométricos de datos de panel-----	127
V.2.1. Características de los datos de panel	130
V.2.2. Paneles estáticos o dinámicos y cómo corregirlos.....	131
V.2.3. Problemas de estimación y correcciones	132
V.2.4. Paneles de efectos fijos y de efectos aleatorios, ...	133
V.2.5. Test de Hausman para efectos fijos o efectos aleatorios	136
V.2.6. Modelos dinámicos de datos panel	137
V.2.7. La vinculación en un modelo de datos panel clásico.....	138
V.3. Modelos de paneles con series no-estacionarias -----	139
V.3.1. El sesgo en las variables omitidas	140
V.3.2. Estimación y pruebas.....	141
V.3.3. Pruebas de raíz unitaria en presencia de dependencia transversal.....	142
V.3.4. Cointegración en datos panel.....	144
V.4. El modelo Mean Group de Pesaran y Smith (1995)-----	146
V.5. Modelo MG aplicado a la interacción de Triple Hélice-----	148
V.5.1. Especificación del modelo aplicado	149
V.5.2. Justificación empírica de su implementación	150
V.5.3. Ventajas específicas en el contexto APEC	151

V.6. Variables e indicadores implementados en el modelo econométrico -----	152
V.6.1. Variable dependiente	152
V.6.2. Variables independientes	152
V.7. Bases de datos utilizadas -----	154
V.8. Clasificación de las economías de APEC de acuerdo a su desarrollo-----	156
V.9. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la postura econométrica de la investigación-----	158
Capítulo VI Análisis de resultados.....	161
VI.1. Panel 1: Veinte economías -----	162
VI.1.1. Prueba de dependencia transversal.....	162
VI.1.2. Prueba de raíz unitaria	164
VI.1.3. Análisis de cointegración	167
VI.1.4. Análisis e interpretación del modelo de datos de panel 1 bajo la perspectiva del MG.....	168
VI.2. Panel 2: Economías más desarrolladas -----	171
VI.2.1. Prueba de dependencia transversal.....	171
VI.2.2. Prueba de raíz unitaria.....	173
VI.2.3. Análisis de cointegración	175
VI.2.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG.....	177
VI.3. Panel 3: Economías en desarrollo -----	179
VI.3.1. Prueba de dependencia transversal.....	180
VI.3.2. Prueba de raíz unitaria.....	182
VI.3.3. Análisis de cointegración	184
VI.3.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG.....	185
VI.4. Resumen crítico y conclusiones del análisis de resultados -----	188
Capítulo VII Discusión de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC	191

VII.1. Análisis comparativo entre paneles -----	192
VII.2. Gobierno: magnitud similar, mecanismos distintos -----	193
VII.3. Academia: fuerte en avanzadas, moderada en el agregado, nula en desarrollo--	194
VII.4. Empresas: motor principal en avanzadas, positivo en el conjunto, menor en desarrollo -----	195
VII.5. Jerarquía e interacción de los pilares por panel -----	196
VII.6. Constantes y componentes estructurales -----	197
VII.7. Robustez y heterogeneidad: por qué el MG es coherente con los hallazgos -----	197
VII.8. Causas plausibles y canales de transmisión-----	198
VII 7.9. Contrastes de gobierno, academia y empresas en el desarrollo industrial -----	198
VII.10. Rutas diferenciadas de política: estrategias educativas, científicas y empresariales para el desarrollo industrial en APEC-----	199
VII.11. Consideraciones metodológicas y de medición-----	200
VII.12. Posibles fuentes de sesgo -----	200
VII.13. De la evidencia al rumbo: contrastes de la Triple Hélice y estrategias de desarrollo industrial en APEC -----	201
VII.14. Resumen crítico y conclusiones de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC -----	201
Conclusiones generales.....	203
Bibliografía.....	219
Anexos.....	240

Índice de tablas, gráficas, ilustraciones, mapas y anexos

Tablas

Tabla 1. Economías y año en que se unieron los conformantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (<i>APEC, por sus siglas en inglés</i>).....	49
Tabla 2. Estudios de caso de los modelos de Hélice	102
Tabla 3. Estudios de caso de econometría con enfoque a la Triple Hélice	110
Tabla 4. Especificación de variables e indicadores de la investigación	154
Tabla 5. Clasificación de los datos de panel de la investigación.....	157
Tabla 6. Prueba de dependencia transversal para las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (<i>APEC, por sus siglas en inglés</i>).....	163
Tabla 7. Prueba de raíces unitarias para las veinte economías de APEC	165
Tabla 8. Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las veinte economías de APEC.....	167
Tabla 9. Modelo MG para las veinte economías de APEC	169
Tabla 10. Prueba de dependencia transversal para las economías más desarrolladas de APEC.....	172
Tabla 11. Prueba de raíces unitarias para las economías más desarrolladas de APEC	173
Tabla 12. Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las economías más desarrolladas de APEC.....	176
Tabla 13. Modelo MG para las economías más desarrolladas de APEC	177
Tabla 14. Prueba de dependencia transversal para las economías en desarrollo de APEC	180
Tabla 15. Prueba de raíces unitarias para las economías en desarrollo de APEC	182
Tabla 16. Análisis de raíces unitarias de Pedroni (2004) para las economías en desarrollo de APEC.....	185
Tabla 17. Modelo MG para las economías en desarrollo de APEC	186

Tabla 18. Comparativa de estimaciones del modelo MG entre las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo.....	193

Gráficas

Gráfica 1. Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	4
Gráfica 2. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).....	7
Gráfica 3. Gasto público en educación, total (% del PIB).....	8
Gráfica 4. Producto Interno Bruto per cápita	10
Gráfica 5. Análisis bibliométrico de investigaciones entorno a la Triple Hélice	18
Gráfica 6. Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva del desarrollo regional.....	24
Gráfica 7. Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva de la economía industrial.....	25
Gráfica 8. Análisis bibliométrico de la variable academia desde la perspectiva de la universidad.....	27
Gráfica 9. Análisis bibliométrico de la variable empresas desde la perspectiva de la industria	29
Gráfica 10 . Análisis bibliométrico de la variable gobierno.....	31
Gráfica 11. INBpc histórico de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)	52
Gráfica 12. Densidad de autores más citados de Triple Hélice	121

Ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de causa y efecto de la investigación	22
Ilustración 2. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).....	42
Ilustración 3. Modelo de Triple Hélice estatista	73
Ilustración 4. Modelo de Triple Hélice laissez faire	73
Ilustración 5. Modelo de Triple Hélice de convergencia o innovador	74
Ilustración 6. Modelo de Cuádruple Hélice	75

Ilustración 7. Modelo de Penta Hélice	76
Ilustración 8. Modelo de N-tuple Hélice.....	77

Mapas

Mapa 1. Cambios de las zonas industriales derivado de la deslocalización de las empresas.....	40
Mapa 2. Distribución de las áreas industriales en el mundo.....	41
Mapa 3. Mapa de clasificación de las economías que conforman el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés).....	50

Anexos

Anexo 1. Matriz de congruencia	240
Anexo 2. Producto Interno Bruto per cápita de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) 1993-2024.....	242
Anexo 3. Gasto público en educación (total) de las economías de APEC 1993-2024	243
Anexo 4. <i>Artículos en publicaciones científicas y técnicas de las economías de APEC 1993-2024.....</i>	244
Anexo 5. <i>Solicitudes de patentes (totales) de las economías de APEC 1993-2024.....</i>	245
Anexo 6. <i>Análisis de coincidencias.....</i>	246

Siglarlo

ABAC	Consejo Asesor Empresarial de APEC
ABM	Asociación de Bancos de México
ADF	<i>Augmented Dickey-Fuller</i> (Prueba Dickey-Fuller aumentada)
ALC	América Latina y el Caribe
APEC	<i>Asia-Pacific Economic Cooperation</i> (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico)
ASC	Consortio de Centros de Estudios de APEC
ASEAN	<i>Association of Shouteast Asian Nations</i> (Asociación de Naciones de Asia Sudoriental)
ASG	Ambientales, Sociales y de Gobernanza
BANXICO	Banco de México
BM	Banco Mundial
CADF	<i>Cross Sectionally Augmented Dickey-Fuller</i> (Prueba Dickey-Fuller Aumentada en sección cruzada)
CD-Test o CD	<i>Cross-section Dependence</i> (Dependencia de las secciones cruzadas)
CDR	<i>Cross Dependence Route</i> (Ruta de Dependencia Transversal)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIPS	<i>Cross-Sectionally Augmented Im, Pesaran and Shin</i> (Prueba Im aumentada de secciones cruzadas de Pesaran y Shin)

CS-ARDL	<i>Cross-Sectional Autoregressive Distributed Lag</i> (Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos Aumentados Transversalmente)
EE. UU.	Estados Unidos de Norte América
FE	<i>Fixed Effects</i> (Efectos fijos)
FGLS	<i>Feasible Generalized Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles)
FMI	Fondo Monetario Internacional
FMOLS	<i>Fully Modified Ordinary Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Ordinarios Totalmente Modificados)
GLS	<i>Generalized Least Squares</i> (Mínimos Cuadrados Generalizados)
HDI	<i>Human Development Index</i> (Índice de Desarrollo Humano)
HP	Hewlett-Packard Company (Compañía Hewlett-Packard)
IBM	International Business Machines Corporation (Corporación Internacional de Máquinas Comerciales)
I+D	Investigación más Desarrollo
IED	Inversión Extranjera Directa
INB	Ingreso Nacional Bruto
INBpc	Ingreso Nacional Bruto per cápita
GII	<i>Global Innovation Index</i> (Índice de Innovación Global)
GMM	<i>Gaussian Mixture Model</i> (Modelo de mezcla Gaussiana o mínimos cuadrados generalizados)

LATAM	América Latina
MCO	Mínimos Cuadrados Ordinarios
MG	Mean Group (Media de grupos)
MMD	Miles de millones de dólares
NTICS	Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sustentable
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i> (Mínimos cuadrados ordinarios)
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCT	<i>Patent Cooperation Treaty</i> (Tratado de Cooperación en materia de Patentes)
PIBpc	Producto Interno Bruto per cápita
PGM	Primera Guerra Mundial
PIB	Producto Interno Bruto
PMG	<i>Pooled Mean Group</i> (Grupo de medias agrupadas)
PNB	Producto Nacional Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo

PP	Phillips-Perron
PYME	Pequeñas y Medianas Empresas
QLI	<i>Quality of Life Index</i> (Índice de Calidad de Vida)
RE	<i>Random Effects</i> (Efectos Aleatorios)
RRII	<i>Russian Regional Innovation Index</i> (Índice Regional Ruso de Innovación)
SAM	<i>Serviceable Available Market</i> (Mercado disponible útil)
SGM	Segunda Guerra Mundial
SPSS-25	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> en su versión 25
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
T-MEC	Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá
UE	Unión Europea
USD	<i>United States Dollar</i> (Dólares estadounidenses)
WIPO	<i>World Intellectual Property Organization</i> (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

Glosario

Actores	Entiéndase por actores a los participantes en los modelos de Hélices, por ejemplo, el gobierno, las empresas o industria, las universidades o academia (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Alpha de Cronbach</i>	Es un coeficiente de fiabilidad que cuantifica la consistencia interna de un instrumento de medición, reflejando el grado en que los ítems de una escala están correlacionados y miden homogéneamente un mismo constructo (Hernández <i>et al.</i> , 2014).
<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>	Prueba econométrica que incorpora retardos de los residuos para controlar autocorrelación, mejorando la precisión en paneles pequeños (Pedroni, 2004).
<i>Between-dimension</i>	Tests de grupo para analizar la cointegración, que permiten heterogeneidad en los parámetros y capturan la variabilidad entre unidades (Pedroni, 1999).
<i>Big Data</i>	Son conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos que superan la capacidad de las herramientas de procesamiento de datos tradicionales para capturar, almacenar, gestionar y analizar de manera eficaz (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Cloud computing</i>	Es la entrega de servicios de computación, como almacenamiento, procesamiento de datos, redes, <i>software</i> y análisis, a través de internet (Aghion & Akcigit, 2015).

<i>Commodities</i>	Bienes físicos o materiales que son intercambiables con otros bienes del mismo tipo y que tienen un valor intrínseco.
<i>Common Correlated Effects</i>	Método de estimación para datos de panel heterogéneos que busca controlar la dependencia transversal producida por factores no observados (Pesaran, 2006).
<i>Crecimiento económico</i>	El incremento de la capacidad productiva y la acumulación de capital en un territorio (Vázquez, 2007)
<i>Cross-section dependence</i>	La dependencia transversal en modelos de datos de panel se da cuando los términos de error de las distintas secciones cruzadas están correlacionados entre sí, debido a la presencia de factores comunes no observados que afectan simultáneamente a varias unidades de la muestra (Pesaran, 2004)
<i>Cuádruple Hélice</i>	Modelo de innovación basado en la interacción: Academia-Empresas-Gobierno-Sociedad civil (Lawton & Leydesdorff, 2022).
<i>Cultura maker</i>	También conocida como movimiento maker, se refiere a una filosofía o enfoque que promueve la creatividad, la innovación y la colaboración en el diseño y la fabricación de objetos y proyectos (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Desarrollo económico</i>	Proceso sostenible de crecimiento y cambio estructural en el que las comunidades locales están comprometidas por su interés en aumentar el empleo, reducir la pobreza, mejorar el nivel de vida de

la población y satisfacer las necesidades y demandas de los ciudadanos (Vázquez, 2001, 2007, 2009)

Deslocalización

Proceso por el cual una empresa transfiere total o parcialmente sus actividades productivas de una región o país a otro con el fin de aprovechar diferencias en costos laborales, fiscales o regulatorios, incrementar su competitividad y maximizar beneficios (Pérez, 2013).

Econometría

La econometría es la disciplina que aplica técnicas estadísticas y matemáticas al análisis de datos económicos para estimar relaciones cuantitativas, contrastar hipótesis derivadas de la teoría económica y realizar predicciones (Wooldridge, 2010).

Fordismo

Modelo de trabajo implementado en la década de 1980, donde los procesos de producción se sistematizaron de manera lineal con máquinas de producción continua estandarizando el uso de recursos y la productividad (Zuccarino, 2012).

Industria 4.0

Es la cuarta revolución industrial caracterizada por la integración de tecnologías de fabricación y de la información que dan lugar a sistemas de producción inteligentes e interconectados, capaces de intercambiar datos en tiempo real, tomar decisiones descentralizadas y ofrecer procesos de manufactura flexibles y eficientes, promoviendo la innovación y la competitividad mediante la colaboración estrecha entre gobierno, academia y empresa (Laines *et al.*, 2022).

Inputs	Actores productivos explícitos (innovación, capital humano, tecnología) que impulsan el crecimiento económico (Romer, 1986).
Lags	Retrasos o lagunas de datos (Wooldridge, 2010).
<i>Laissez faire</i>	Concepto asociado con la idea de limitar la intervención del gobierno en la economía y permitir que las fuerzas del mercado operen con la menor interferencia posible (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Málaga Media Happening</i>	Grupo de trabajo integrado por los líderes de las principales empresas que operan en el sector de la comunicación en España (Pastor, 2012).
<i>Mean-Group</i>	Es una técnica de estimación para datos de panel que reconoce la heterogeneidad de las relaciones entre variables en cada unidad transversal (país, región, empresa, etc.) y, estima por separado para cada unidad i la regresión (Pesaran, 2006).
<i>Microsoft</i>	Microsoft Corporation es una multinacional tecnológica estadounidense con sede en Redmond, Washington.
<i>Modified Variance Ratio</i>	Es un estadístico diseñado para evaluar la consistencia temporal de la varianza en una serie de datos, ajustando explícitamente por problemas de heterocedasticidad y dependencia serial (MacKinlay & Lo, 1989).

Modified Philips-Perron

Prueba econométrica que ajusta los residuos para corregir correlación serial y heterocedasticidad, ofreciendo mayor robustez (Pedroni, 2004).

N-tuple Hélice

Es una generalización algorítmica del enfoque de la Hélice triple (universidad-industria-gobierno) que incorpora un número arbitrario N de “Hélices” o dimensiones institucionales (Leydesdorff, 2012).

Penta Hélice

Es un modelo de gestión de la innovación abierta orientado a la sostenibilidad, que articula la interacción colaborativa de cinco actores clave (sociedad, academia, industria, gobierno y medio ambiente) para generar valor sustentable mediante la gestión racional de recursos, el apoyo económico y la circulación efectiva del conocimiento, con el fin de resolver problemas nacionales y promover la independencia tecnológica (Orozco, 2019).

Pooled

Técnica que incluye en una única regresión de panel los promedios transversales de la variable dependiente y de las regresoras como “proxies” de los factores comunes no observados (Pesaran, 2006).

Pooled estimators

Técnica que incluye en una única regresión de panel los promedios transversales de la variable dependiente y de las regresoras como “proxies” de los factores comunes no observados (Pesaran, 2006).

Pooled Mean Group

Herramienta econométrica para datos de panel cuando se espera que las economías compartan un camino de equilibrio común a largo plazo, pero difieran en la velocidad y la forma en que responden a los choques en el corto plazo (Pesaran *et al.*, 1999).

Polietapismo	Es la construcción de marcos analíticos que avanzan en múltiples fases o “etapas” de forma iterativa y complementaria para comprender la gobernanza de recursos y las decisiones colectivas (Ostrom, 1990, 2005).
Polinomios de acción colectiva	Una herramienta analítica que evalúa las condiciones bajo las cuales las comunidades pueden autogobernarse con éxito (Ostrom, 1990, 2005).
Politeísmo institucional	Es la coexistencia de múltiples órdenes normativos o centros de autoridad dentro de un mismo ámbito de gobernanza, de modo que los actores sociales deben negociar, conciliar o alternar entre “dioses” institucionales distintos, cada uno con sus propias reglas y mecanismos de sanción (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).
Proxy	Sustituto medible de una variable de interés que es inobservable, inmedible o difícil de cuantificar (Baltagi, 2008).
Scopus	Base de datos bibliográfica y de citas de literatura científica revisada por pares, que permite analizar la producción, impacto y tendencias de investigación a nivel global (Elsevier, 2025).
Silicon Valley	Centro de innovación tecnológica e informática ubicada en la Bahía de San Francisco, California en Estados Unidos (Pastor, 2012).

<i>Smart-industries</i>	Es la aplicación de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la automatización, el análisis de datos y la conectividad, en la industria para mejorar la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones (Aghion & Akcigit, 2015).
<i>Software</i>	Programa informático digital (Wooldridge, 2010).
<i>Spin-offs</i>	Empresas creadas a partir de resultados de investigación universitaria, que buscan transferir conocimiento y tecnología al mercado mediante la explotación de innovaciones desarrolladas en el ámbito académico (Gómez <i>et al.</i> , 2006).
<i>Start-ups</i>	Pequeñas empresas emergentes enfocadas en la creación de productos de base tecnológica e innovadora con modelos de negocio disruptivos y escalables (Pastor, 2012).
<i>Tech City</i>	Se utiliza para describir áreas urbanas que han experimentado un crecimiento significativo en el sector tecnológico y la presencia de empresas tecnológicas (Pastor, 2012).
<i>Triple Hélice</i>	Modelo que plantea que el desarrollo de la innovación y el crecimiento económico basados en el conocimiento surgen de la interacción dinámica entre tres esferas institucionales: la universidad, la industria y el gobierno (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).
<i>Web of Science</i>	Base de datos bibliográfica e índice de citación interdisciplinar, gestionada por Clarivate, que permite acceder a publicaciones

científicas y analizar su impacto mediante referencias y métricas de citación (Clarivate, 2025).

Within-dimension

Tests de panel que evalúan la hipótesis de cointegración considerando parámetros homogéneos entre las unidades del panel (Pedroni, 1999).

Resumen

La presente investigación doctoral analiza la relevancia de los modelos de Hélice, particularmente de la Triple Hélice, como esquemas de gobernanza de la innovación orientados a articular la interacción entre universidad, empresa y gobierno en el proceso de desarrollo industrial de las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (*APEC*, por sus siglas en inglés) durante el periodo 1993-2024.

El estudio parte del reconocimiento de que, a pesar de la intensificación de los procesos de apertura económica y del avance tecnológico global, persisten marcadas asimetrías estructurales entre economías altamente desarrolladas y economías emergentes dentro del bloque, especialmente en términos de inversión en investigación y desarrollo, capacidades científicas, productividad industrial y formación de capital humano.

El objetivo central de la investigación consiste en determinar el impacto que ejerce la interacción entre los tres componentes de la Triple Hélice sobre el desarrollo industrial, analizando el papel del gobierno a través del gasto público en educación, la contribución de la academia mediante la producción científica y la función del sector empresarial a partir de la generación de patentes. Este enfoque permite identificar los factores que impulsan con mayor intensidad el desarrollo industrial en economías con niveles de desarrollo heterogéneos, así como evaluar el carácter diferenciado de la vinculación institucional.

La metodología combina una revisión teórica y bibliométrica de la literatura especializada con un análisis econométrico de datos de panel, utilizando series anuales provenientes de Banco Mundial (BM). Se aplican pruebas de dependencia transversal, raíz unitaria y cointegración, y para la estimación de las relaciones de largo plazo se emplea el método *Mean Group* (*MG*, por sus siglas en inglés), el cual permite capturar la heterogeneidad estructural entre países y obtener estimaciones tanto individuales como promedio para el conjunto de economías analizadas.

Los resultados evidencian la existencia de una relación estable y estadísticamente significativa de largo plazo entre las actividades de los tres agentes de la Triple Hélice y el desarrollo industrial, aunque con impactos diferenciados según el nivel de desarrollo. En el panel agregado, las variables asociadas al gobierno, la academia y las empresas presentan efectos positivos; no obstante, el análisis por grupos revela que, en las economías avanzadas,

la actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, constituye el principal motor del desarrollo industrial. En las economías en desarrollo, adquieren mayor relevancia el gasto público en educación y la actividad empresarial, mientras que la contribución directa de la academia resulta limitada o no significativa, lo que refleja brechas en los mecanismos de transferencia tecnológica y en la vinculación entre universidad y empresa.

Las conclusiones confirman que la Triple Hélice impulsa el desarrollo industrial en las economías de APEC, pero lo hace de manera diferenciada, en función de las condiciones institucionales, científicas y productivas de cada país.

Entre las principales aportaciones de la tesis destaca la medición empírica de la vinculación entre los actores de la Triple Hélice mediante un modelo econométrico replicable, así como la demostración de su carácter contextual. Asimismo, se formulan orientaciones de política diferenciadas: en las economías avanzadas se recomienda profundizar los mecanismos de transferencia y el fomento a la innovación empresarial, mientras que en las economías emergentes resulta indispensable fortalecer la educación, consolidar capacidades científicas y construir puentes efectivos entre la generación de conocimiento y su aplicación productiva.

Recapitulando, la investigación aporta evidencia empírica sólida y lineamientos estratégicos relevantes para el diseño de políticas de innovación y desarrollo industrial en una de las regiones económicas más dinámicas del mundo.

Palabras clave

Vinculación, Triple Hélice, Desarrollo Industrial, APEC, Econometría.

Abstract

This doctoral research analyzes the relevance of Helix models, particularly the Triple Helix, as innovation governance frameworks designed to articulate the interaction between universities, industry, and government in the process of industrial development within the economies that make up the Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) during the period 1993-2024.

The study begins with the recognition that, despite the intensification of economic liberalization processes and global technological progress, significant structural asymmetries persist between highly developed and emerging economies within the bloc, especially in terms of investment in research and development, scientific capacities, industrial productivity, and human capital formation.

The central objective of the research is to determine the impact of the interaction among the three components of the Triple Helix on industrial development, analyzing the role of government through public spending on education, the contribution of academia through scientific output, and the function of the business sector through patent generation. This approach makes it possible to identify the factors that most strongly drive industrial development in economies with heterogeneous levels of development, as well as to assess the differentiated nature of institutional linkages.

The methodology combines a theoretical and bibliometric review of specialized literature with an econometric analysis of panel data, using annual series from the World Bank. Tests of cross-sectional dependence, unit root, and cointegration are applied, and for the estimation of long-term relationships the Mean Group (MG) method is employed. This technique captures structural heterogeneity across countries and provides both individual and average estimates for the set of economies analyzed.

The results demonstrate the existence of a stable and statistically significant long-term relationship between the activities of the three Triple Helix agents and industrial development, although with differentiated impacts depending on the level of development. In the aggregated panel, variables associated with government, academia, and business show positive effects; however, group analysis reveals that in advanced economies, business activity, measured through patent applications, constitutes the main driver of industrial

development. In developing economies, public spending on education and business activity gain greater relevance, while the direct contribution of academia proves limited or not significant, reflecting gaps in technology transfer mechanisms and in university and industry linkages.

The conclusions confirm that the Triple Helix fosters industrial development in APEC economies, but does so in a differentiated manner, depending on the institutional, scientific, and productive conditions of each country.

Among the main contributions of the thesis are the empirical measurement of linkages among Triple Helix actors through a replicable econometric model, as well as the demonstration of its contextual character. In addition, differentiated policy orientations are proposed: in advanced economies, it is recommended to deepen transfer mechanisms and promote business innovation, while in emerging economies it is essential to strengthen education, consolidate scientific capacities, and build effective bridges between knowledge generation and its productive application.

In summary, the research provides solid empirical evidence and relevant strategic guidelines for the design of innovation and industrial development policies in one of the most dynamic economic regions in the world.

Keywords

Vinculation, Triple Helix, Industrial Development, APEC, Econometrics.

Introducción

El desarrollo regional constituye una dimensión fundamental para comprender la dinámica económica de las economías que integran el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), en tanto que los procesos de crecimiento, industrialización e innovación no se distribuyen de manera homogénea al interior de los países, sino que se concentran territorialmente en regiones específicas.

La literatura del desarrollo económico ha demostrado que la competitividad, la productividad y la capacidad innovadora emergen de configuraciones regionales donde interactúan empresas, instituciones públicas y sistemas de conocimiento, dando lugar a trayectorias diferenciadas de desarrollo (Krugman, 1991; Porter, 1990; Scott & Storper, 2007).

En el contexto de APEC, caracterizado por una marcada heterogeneidad estructural y niveles diversos de desarrollo, el análisis regional resulta particularmente pertinente, ya que permite identificar cómo los procesos de integración económica, apertura comercial y difusión tecnológica se traducen, o no, en procesos de desarrollo industrial territorialmente equilibrados. Desde esta perspectiva, el desarrollo regional no solo complementa el análisis macroeconómico del desempeño de APEC, sino que opera como un elemento clave para evaluar la efectividad de los mecanismos de vinculación institucional y productiva que dan lugar a los modelos de innovación contemporáneos.

La presente investigación se centra en el análisis del impacto del modelo de Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías que integran el APEC durante el periodo comprendido entre 1993 y 2024. Este modelo, se considera clave para la interacción institucional, mismo que ha adquirido relevancia mundial al ofrecer esquemas de colaboración entre distintos actores sociales, económicos y políticos, con el propósito de fomentar la innovación, la ciencia y la tecnología como motores del crecimiento.

En particular, la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice y la Penta Hélice representan distintas etapas en la evolución de las estrategias de desarrollo. La primera, centrada en la articulación entre gobierno, academia y empresas, busca potenciar la transferencia tecnológica y la generación de conocimiento aplicado. La segunda incorpora a la sociedad como actor fundamental, asegurando que las prioridades sociales y culturales sean atendidas

en los procesos de innovación. La tercera añade la dimensión ambiental, reconociendo que la sostenibilidad es condición indispensable para el desarrollo industrial contemporáneo. Estas propuestas, surgidas en el tránsito hacia economías basadas en el conocimiento, constituyen un cambio de paradigma frente a los enfoques tradicionales de política industrial, al promover esquemas integradores y colaborativos (Etzkowitz, 2003; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Khusniyah, 2020; Leydesdorff, 2012; Sudiana *et al.*, 2020).

APEC fue fundado en 1989, se ha consolidado como un foro estratégico para la cooperación y participación económica en la región Asia-Pacífico. Con 21 economías miembros que representan aproximadamente el 62% del PIB mundial, el bloque constituye un espacio privilegiado para observar las dinámicas de integración regional, comercio libre y sostenibilidad económica. Sin embargo, la heterogeneidad interna es evidente: mientras algunas economías asiáticas han alcanzado niveles avanzados de industrialización y sofisticación tecnológica, otras, como lo son las de América Latina (LATAM), enfrentan rezagos estructurales que limitan su capacidad de competir en la economía global (Asia-Pacific Economic Cooperation [APEC], 2014, 2021, 2022a, 2022b, 2023b, 2023a, 2024; Etzkowitz, 2002).

En este contexto, la investigación se plantea como objetivo principal el determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024. Lo anterior, con el objetivo determinar si las estrategias implementadas han logrado transformar positivamente los índices de desarrollo industrial y cómo estas experiencias pueden servir como referencia para futuros proyectos en la región.

La tesis se organiza en siete capítulos, cada uno con un propósito específico que contribuye a la construcción de un análisis integral.

La investigación se inicia en su primer capítulo con el planteamiento del problema y la definición de los objetivos generales y específicos, así como con la justificación y las hipótesis de trabajo que guían todo el estudio. Desde el comienzo se subraya la relevancia de analizar los modelos de Hélice en el marco de APEC, un espacio caracterizado por la disparidad en los niveles de desarrollo industrial y por la necesidad de comprender cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas puede generar trayectorias diferenciadas de crecimiento. En este punto se describe también la metodología general, que combina

enfoques cualitativos y cuantitativos, y se explica la pertinencia de utilizar modelos econométricos de panel para capturar la heterogeneidad entre economías y evitar conclusiones homogéneas en contextos diversos.

Posteriormente, en el segundo capítulo, se ofrece un marco contextual amplio que revisa la evolución del desarrollo industrial en el mundo y analiza los principales hitos históricos de las economías del APEC desde su fundación. Se presentan estadísticas comparativas que evidencian las diferencias entre países asiáticos y latinoamericanos, así como los retos comunes en materia de innovación y competitividad. En este recorrido se introduce la discusión sobre los modelos de Hélice como instrumentos de política pública y se examinan experiencias internacionales que han marcado pauta en la articulación institucional para el desarrollo industrial, lo que permite situar a APEC dentro de un panorama global de aprendizaje y adaptación.

En un tercer momento, el estudio se adentra después en las teorías económicas y de desarrollo que sustentan la investigación. Se revisan enfoques como la teoría del desarrollo endógeno, los sistemas nacionales de innovación y el modelo de la Triple Hélice, discutiendo cómo estas perspectivas explican la relación entre capital humano, innovación empresarial y producción académica. Se plantea la hipótesis de que la complementariedad entre estos factores constituye un determinante robusto del desarrollo industrial, y se argumenta que la interacción de los tres pilares no es estática, sino dinámica, adaptándose a las condiciones institucionales y tecnológicas de cada país.

La estrategia empírica se presenta en el cuarto capítulo, describiendo las fuentes de datos utilizadas, entre ellas el Banco Mundial (BM) y bases estadísticas regionales, y justificando la selección del periodo 1993-2024 como un marco temporal que permite observar tanto fases de expansión como momentos de crisis. Así mismo, sustentado en un análisis bibliométrico, se explican las variables consideradas, como el gasto público en educación, las publicaciones de artículos científicos y técnicos, las solicitudes de patentes y el PIB per cápita (PIBpc) como indicador de desarrollo industrial. Aunado a lo anterior, se detalla el uso del *software* econométrico Stata y la aplicación de pruebas de dependencia transversal, raíces unitarias y cointegración en paneles, lo que asegura la validez de los resultados.

Para el quinto apartado, se presenta el núcleo metodológico, donde se desarrolla con la aplicación del estimador *Mean Group (MG, por sus siglas en inglés)* de Pesaran y Smith (1995), que permite capturar la heterogeneidad entre economías y estimar coeficientes diferenciados por país. Se discuten las ventajas de este modelo frente a enfoques tradicionales y se presentan resultados preliminares que muestran patrones diferenciados entre economías avanzadas y en desarrollo. Esta sección constituye un aporte técnico relevante, pues demuestra que la elección metodológica es coherente con la naturaleza heterogénea del bloque APEC.

El análisis de resultados se expone con detalle en el capítulo sexto de la presente investigación, presentando tablas comparativas entre paneles y ofreciendo interpretaciones de los coeficientes de cada variable. Se observa que en las economías avanzadas la innovación empresarial es el motor principal del crecimiento, mientras que en las economías en desarrollo el gasto público en educación y la actividad empresarial emergen como pilares más sólidos. La academia, en cambio, muestra un impacto limitado en contextos emergentes, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de transferencia tecnológica. Esta discusión se vincula con la literatura revisada y permite extraer implicaciones teóricas y prácticas que enriquecen la comprensión del fenómeno.

Finalmente, en el séptimo capítulo, se ofrece una síntesis crítica de la discusión comparativa entre los tres paneles, donde se destacan las diferencias en la jerarquía de efectos de los pilares de la Triple Hélice y se reflexiona sobre las implicaciones de política pública. Se presentan recomendaciones específicas para gobiernos, universidades y empresas, así como propuestas de cooperación regional en el marco de APEC. El cierre reafirma la hipótesis general y subraya la necesidad de políticas diferenciadas según el nivel de desarrollo, consolidando la tesis como un aporte tanto teórico como práctico para el diseño de estrategias de innovación y desarrollo industrial en la región Asia-Pacífico.

La investigación culmina, no sin antes presentar un sólido y justificado apartado de conclusiones y recomendaciones, basadas en la compilación empírica sustentada con literatura, análisis bibliométricos y, principalmente, en los resultados econométricos, donde se contempla también la respuesta a las hipótesis planteadas para la investigación.

Metodológicamente, el estudio combina enfoques cualitativos y cuantitativos. El uso de modelos econométricos de panel permite validar las hipótesis planteadas y ofrecer

evidencia robusta sobre la relación entre los pilares de la Triple Hélice y el desarrollo industrial. Los datos provienen de fuentes confiables como el BM y organismos regionales, lo que asegura la pertinencia y actualidad de los resultados.

La trascendencia de este trabajo radica en su doble aporte, primeramente, el teórico, al enriquecer la literatura sobre sistemas de innovación y modelos de Hélice, demostrando empíricamente que su efectividad varía según el nivel de desarrollo. Posteriormente, el práctico, al ofrecer recomendaciones concretas para fortalecer la interacción entre gobierno, academia y empresas en las economías de APEC, contribuyendo al diseño de políticas públicas y estrategias empresariales más efectivas.

Es así como se plantea que, esta tesis se propone no sólo analizar el impacto de los modelos de Hélice en el desarrollo industrial de APEC, sino también ofrecer una lectura estratégica que permita comprender las dinámicas diferenciadas entre economías avanzadas y en desarrollo. La estructura cronológica de los capítulos asegura un recorrido ordenado desde la fundamentación teórica hasta la discusión comparativa, pasando por el desarrollo empírico y econométrico.

El trabajo busca convertirse en una referencia para futuras investigaciones y para la toma de decisiones en políticas públicas y empresariales, aportando evidencia sólida sobre cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas puede consolidar una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido que gestione el desarrollo de las economías en la región Asia-Pacífico.

Fundamentos de investigación

Introducción al capítulo

El Capítulo I tiene como propósito establecer los fundamentos teóricos y conceptuales de la investigación, a partir de un análisis exhaustivo de la problemática a atender. En el presente apartado se definen las preguntas de investigación, el objetivo general y los objetivos específicos, así como la justificación que sustenta la pertinencia del estudio.

Asimismo, se delimitan el alcance, la trascendencia, el horizonte temporal y espacial, la viabilidad y el propósito de la investigación, junto con la exposición de la metodología empleada, la hipótesis general y las específicas a contrastar, la identificación de las variables dependiente e independientes, las herramientas e instrumentos utilizados y, finalmente, la definición del universo de estudio.

Un elemento central de este capítulo es el análisis minucioso de la situación problemática, la cual da origen a la necesidad de emprender la investigación en busca de respuestas y alternativas de solución. Este ejercicio crítico permite no sólo comprender la complejidad del fenómeno, sino también aportar conocimiento y propuestas orientadas a su mejora, en concordancia con lo señalado por Tamayo (2003), por Hernández *et al.* (2014) y por Navarro (2014).

Es en ese sentido que, el capítulo inicial constituye la base estructural que guía el desarrollo de la investigación, articulando teoría, metodología y evidencia empírica en torno al modelo de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés).

I.1. Problemática: deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice

El modelo de la Triple Hélice, promueve la interacción entre universidad, industria y gobierno para fomentar la innovación y el desarrollo económico. Sin embargo, su implementación en las economías de APEC enfrenta diversos desafíos que limitan su

eficacia, especialmente en términos de vinculación entre los actores clave (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995; Leydesdorff, 2012).

Existe una gran cantidad de desafíos a los que se deben enfrentar los actores de dicho modelo, dichos desafíos deben afrontarse diariamente de manera colaborativa, gestionando así una sinergia entre actores, pero cuando esto no sucede es difícil alcanzar objetivos, más aún cuando dichos objetivos son ambiciosos y de gran impacto, como pueden ser aquellos que buscan generar desarrollo local y regional (Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

Un aspecto fundamental para lograr una sinergia efectiva en la implementación del modelo de Triple Hélice es la creación de vínculos entre los actores involucrados. Este elemento constituye uno de los pilares iniciales y más relevantes del proceso. Sin embargo, es frecuente que surjan obstáculos significativos al intentar establecer dicha vinculación. Entre estos desafíos se incluyen la falta de confianza y comunicación entre las partes, la existencia de trabas burocráticas tanto a nivel nacional como internacional, las regulaciones excesivas y la ausencia de incentivos económicos que promuevan la colaboración (Ponce & Güemes, 2017; Ponce & Güemes, 2016; Ramírez *et al.*, 2012; Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

La deficiencia en la sinergia entre los actores del modelo de Triple Hélice es consecuencia de diversos factores que afectan la vinculación efectiva. Entre estos se encuentran la falta de coordinación entre los actores clave, la participación limitada en procesos de innovación, la ausencia de políticas públicas que fomenten estas conexiones, el rezago en el ámbito de la innovación tecnológica y las desigualdades en el desarrollo económico. Para superar esta problemática, es esencial abordar ciertas necesidades prioritarias que, aunque presentan un alto grado de complejidad, son fundamentales. Estas incluyen la promoción de políticas integradas que fortalezcan la colaboración, la reestructuración de los actores para optimizar su interacción y el impulso de una cultura que valore y promueva la innovación como eje estratégico del desarrollo. Estos esfuerzos buscan consolidar una relación más efectiva entre los actores involucrados (Chang, 2010; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; González, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2022; Luengo & Obeso, 2013; Park & Stek, 2022; Ponce & Güemes, 2016; Ramírez *et al.*, 2012; Rivera, Ocampo & Arredondo, 2010).

1.1.1. Desarticulación entre actores clave

La falta de coordinación efectiva entre universidades, industrias y gobiernos ha obstaculizado la creación de sinergias necesarias para la innovación. Esta desarticulación se manifiesta en la ausencia de políticas integradas que promuevan la colaboración y en la escasez de plataformas que faciliten la interacción entre estos sectores (Brundenius *et al.*, 2008; González, 2009; Magro & Wilson, 2013).

Por otra parte, es una ardua tarea el articular esquemas de trabajo coordinado entre actores, toda vez que para alcanzar esta meta se debe llevar a cabo un largo y difícil proceso de preparación interna para la transformación institucional de cada actor o esfera de la Triple Hélice, en donde deben existir cambios organizacionales, normativos, políticos, administrativos, burocráticos, pero principalmente de dogmas, paradigmas y culturas que regularmente se tienen arraigadas, puesto que esto representa en ocasiones una resistencia al cambio (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995, 2000; Gordillo, 2014; Gutiérrez *et al.*, 2022; Hernández, 2013; Osorio, 2015).

1.1.2. Limitada participación de los actores en la innovación

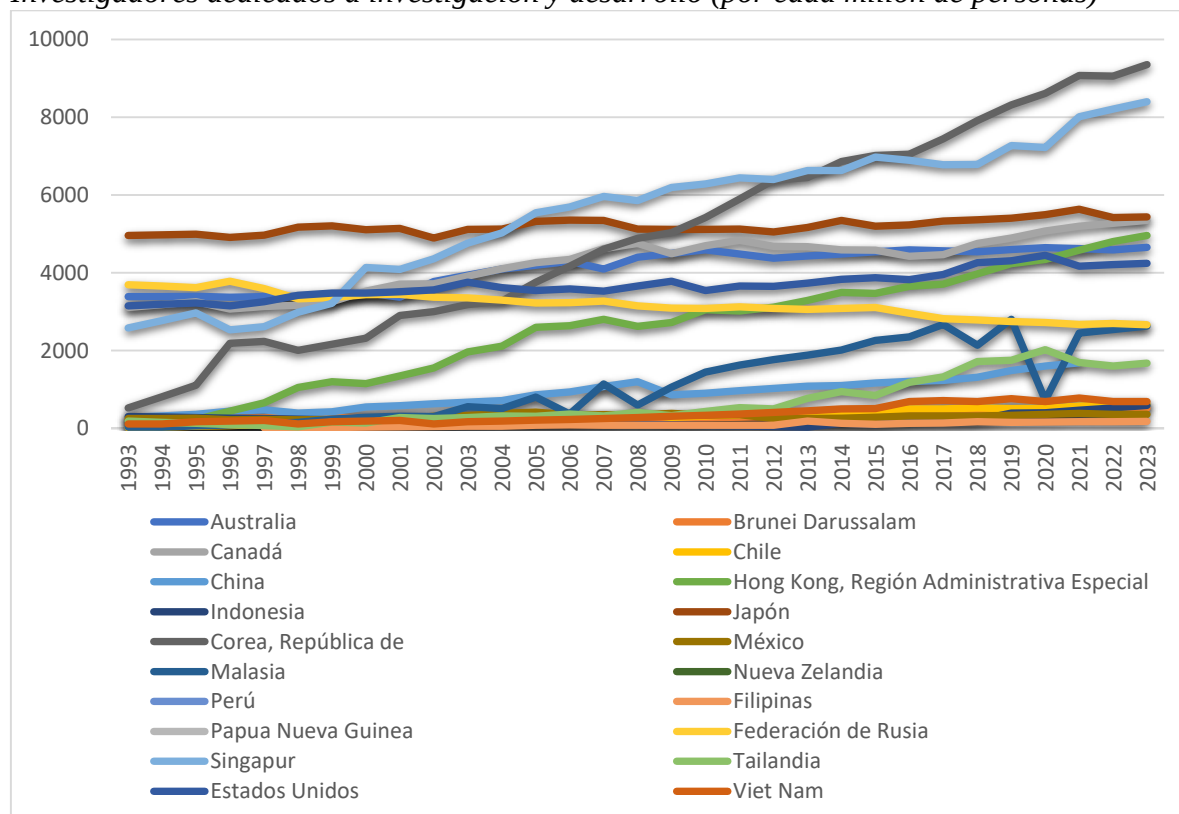
Aunque las universidades son reconocidas como fuentes de conocimiento, su participación en procesos de innovación orientados al mercado es limitada. Esto se debe, en parte, a estructuras académicas que no incentivan la colaboración con la industria y a la falta de mecanismos que faciliten la transferencia tecnológica (Franco & Rodríguez, 2020; Guerrero & Urbano, 2012).

La escasa comunicación y coordinación entre la academia, la industria y el gobierno son factores clave que afectan negativamente la vinculación entre estos actores. La burocracia y la falta de incentivos para la colaboración dificultan la interacción efectiva entre ellos. Así mismo, la falta de alineación entre los intereses y objetivos de la academia, la industria y el gobierno, así como la falta de recursos y apoyo para proyectos de colaboración, son desafíos significativos que afectan la vinculación entre estos actores en el modelo de la Triple Hélice. Es por lo anterior que es esencial proporcionar recursos y apoyo adecuados para proyectos de colaboración y fortalecer los mecanismos de comunicación y coordinación (Ponce & Güemes, 2017; Ponce & Güemes, 2016).

En este contexto, resulta pertinente señalar que, según lo planteado por Amador *et al.* (2023), la falta de coordinación y comunicación efectiva entre los actores de la Triple Hélice representa un obstáculo significativo para la innovación social. La alineación de objetivos y la implementación de mecanismos efectivos para la colaboración son necesarias para mejorar la efectividad de las políticas de innovación social.

Gráfica 1.

Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)



Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial [BM] (2024f).

La Gráfica 1 refleja el número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo (I+D) por cada millón de habitantes en diversos países entre 1993 y 2023, destacando disparidades significativas. En economías avanzadas como Estados Unidos (EE. UU.), Japón y Corea del Sur, se observa un crecimiento sostenido en la cantidad de investigadores, mientras que naciones de LATAM, como México y Perú, presentan cifras considerablemente menores. Este contraste señala desigualdades regionales en capacidades de I+D, condicionadas por

factores como políticas públicas, incentivos y estructuras académicas para colaboración con la industria.

Estas disparidades en el contexto de la Triple Hélice (academia, industria y gobierno) limitan la generación de conocimientos aplicables y la transferencia tecnológica en países con menor número de investigadores. En dichos casos, la coordinación entre los actores resulta insuficiente para impulsar proyectos de innovación. Frente a esta problemática, resulta esencial incrementar los recursos para colaboración académica-industrial, fortalecer la comunicación entre los sectores y fomentar políticas públicas que incentiven la formación de investigadores, especialmente en regiones menos desarrolladas.

1.1.3. Políticas públicas insuficientes

La ausencia de políticas públicas que promuevan la colaboración entre los actores de la Triple Hélice es un factor crítico, puesto que esto inhibe la óptima vinculación entre los mismos, toda vez que en algunos casos es casi nula la presencia de dichas políticas, y cuando existen muchas veces presentan como limitante que no son claras, ni efectivas, en su defecto, simplemente no se aplican, lo que conlleva a una falta de coordinación y apoyo institucional necesario para el fomento de la innovación y el desarrollo (Ponce & Guemes, 2017).

La carencia de estrategias gubernamentales unificada y la falta de coordinación entre diversos niveles de gobierno pueden obstaculizar la implementación efectiva del modelo de la Triple Hélice, lo cual conlleva a una carencia de apoyo y recursos para proyectos colaborativos entre la academia y la industria. Adicionalmente, la escasez de incentivos económicos y financiamiento adecuado para proyectos de investigación y desarrollo es otro factor que restringe la aplicación del modelo. Sin políticas públicas que promuevan y financien la colaboración entre los diferentes actores, es difícil alcanzar una verdadera sinergia (Amador *et al.*, 2023; Arias & Zuluaga, 2014; Estrada, 2015; Leyton *et al.*, 2017; Macías *et al.*, 2015; Sánchez & Avilés, 2012).

Las políticas gubernamentales en algunas economías de APEC no han logrado establecer un entorno propicio para la interacción efectiva entre los actores de la Triple Hélice. La ausencia de estrategias claras y de incentivos adecuados dificulta la formación de alianzas público-privadas y la promoción de la innovación (Aranguren *et al.*, 2010, 2017; Guerrero & Urbano, 2012).

I.1.4. Rezago en innovación tecnológica

El avance tecnológico es un pilar esencial para impulsar el desarrollo económico y la competitividad global. Sin embargo, entre las economías de APEC se observan desigualdades significativas en sus capacidades de innovación. Estas diferencias se reflejan en indicadores clave como el gasto en investigación y desarrollo (I+D) (véase Gráfica 2), la generación de patentes, el gasto público en educación, el valor agregado manufacturero de productos de alta tecnología, entre otros.

Asimismo, la calidad educativa y el fortalecimiento del capital humano son factores cruciales para el avance tecnológico. En varios países de APEC, persisten problemas relacionados con la calidad de la educación y la alineación de los programas académicos con las demandas del mercado laboral y del sector tecnológico. La escasez de profesionales altamente calificados en áreas científicas y tecnológicas representa un obstáculo para la capacidad de innovación y la competitividad internacional (Aali & Venegas, 2016; Arias & Zuluaga, 2014; Ramírez *et al.*, 2012).

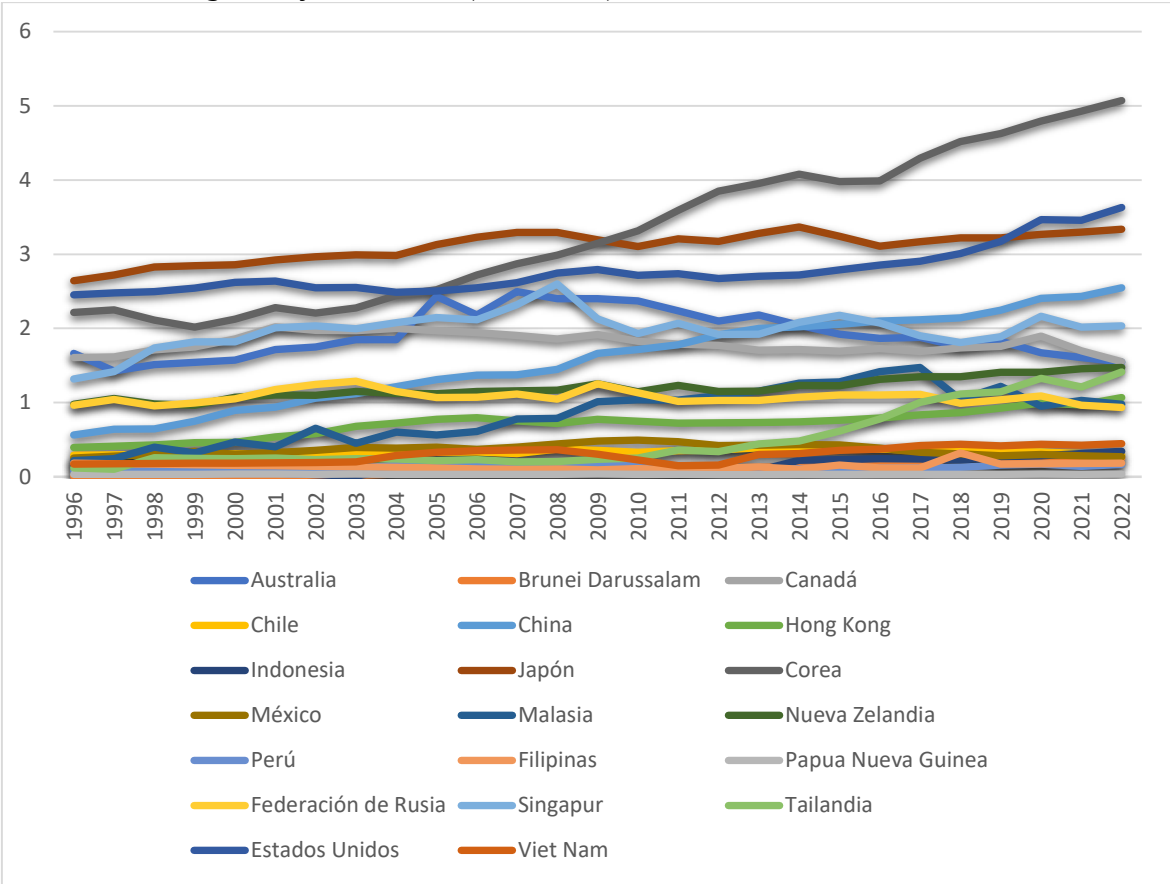
Por otro lado, el desarrollo de infraestructura tecnológica desempeña un papel vital en el fomento de la innovación. Algunas economías cuentan con infraestructuras insuficientes enfrentan barreras significativas para incorporar y difundir tecnologías avanzadas, perpetuando así el rezago tecnológico, siendo estas principalmente las de América Latina (LATAM) para el caso de APEC. Así mismo, la complejidad en el acceso a redes de comunicación eficientes y herramientas tecnológicas modernas afecta directamente la capacidad de las empresas para innovar y competir en el ámbito global (Flores, 2018; Gutiérrez & Flores, 2019; Rivera *et al.*, 2010; Valenzuela *et al.*, 2017).

La innovación es un pilar clave para el desarrollo económico y la competitividad global, particularmente en un mundo interconectado como el de las economías miembros de APEC. Aunque diversos países de esta región han implementado políticas destinadas a fomentar la innovación -como incentivos fiscales y programas de apoyo a *start-ups*-, los resultados obtenidos han sido inconsistentes.

Esto se debe, en gran medida, a la ausencia de condiciones necesarias para garantizar el éxito de dichas iniciativas, como la existencia de instituciones sólidas, un marco eficaz de protección de la propiedad intelectual y mercados financieros bien desarrollados. Aunado a ello, la falta de integración efectiva entre los sectores académico, industrial y gubernamental

ha generado un estancamiento en la capacidad innovadora de las economías de APEC, lo que compromete su competitividad en el mercado global (Díaz & Morales, 2023; Leydesdorff, 2012a; Narváez, 2011; Rivera *et al.*, 2010; Sudiana *et al.*, 2020; Torres, 2019; Uribe, 2019).

Gráfica 2.
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)

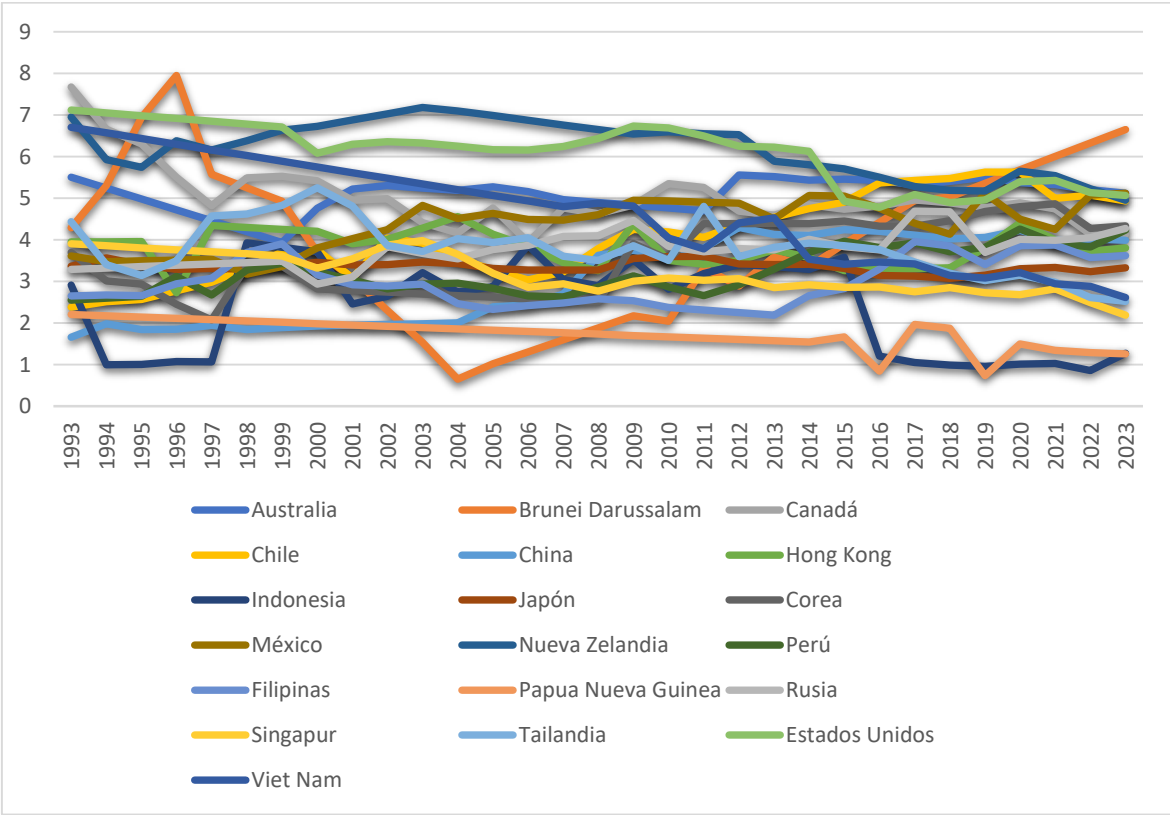


Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024c).

La Gráfica 2 evidencia una marcada disparidad en el gasto en I+D como porcentaje del PIB entre los países miembros de APEC desde 1996 hasta 2022. Mientras economías como Corea del Sur, Japón y EE. UU. lideran con inversiones cercanas al 4-5% del PIB, otros países, particularmente en LATAM como México, Perú y Chile, mantienen niveles inferiores al 1%. Este rezago en inversión tecnológica refleja limitaciones estructurales que dificultan la innovación y la competitividad global. Asimismo, países del sudeste asiático como Indonesia y Filipinas enfrentan desafíos similares, mostrando bajos niveles de inversión.

En este contexto, los países con mayor inversión presentan políticas robustas y estructuras que impulsan la innovación tecnológica, mientras que aquellos con menor gasto en I+D sufren problemas como insuficiencia de capital humano, infraestructura tecnológica limitada y menor alineación entre academia, industria y gobierno. Para enfrentar esta problemática, se propone fomentar la colaboración entre sectores de la Triple Hélice, incrementar los recursos destinados a I+D, fortalecer programas educativos en áreas tecnológicas y desarrollar infraestructuras que promuevan procesos de innovación sostenibles.

Gráfica 3.
Gasto público en educación, total (% del PIB)



Fuente: Elaboración propia con base en BM (2024d).

La Gráfica 3 evidencia variaciones significativas en el gasto público en educación como porcentaje del PIB entre los países miembros de APEC desde 1994 hasta 2023, destacando desigualdades entre economías desarrolladas y en desarrollo. Países como Nueva Zelanda,

Australia y Canadá lideran con un gasto de hasta 6.7% del PIB, mientras que economías latinoamericanas como México, Perú y Chile muestran inversiones más limitadas, entre el 2-4%.

Dichas diferencias reflejan un esfuerzo desigual en el desarrollo del capital humano necesario para la innovación tecnológica. Asimismo, países del sudeste asiático, como Indonesia y Filipinas, presentan desafíos similares, con niveles de gasto educativo igualmente bajos.

La relación entre la baja inversión educativa y el rezago en innovación tecnológica es clara: un menor gasto público limita la formación en áreas clave como ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, dificultando la generación de innovación. Los países con mayores inversiones educativas, por otro lado, cuentan con condiciones más favorables para liderar en tecnología e innovación. Para cerrar dicha brecha, es crucial aumentar los recursos en educación, priorizar áreas tecnológicas en los presupuestos educativos, fortalecer la vinculación academia-tecnología y fomentar alianzas público-privadas que potencien los procesos de formación continua y competitividad global.

1.1.5. Desigualdades en el desarrollo económico

Las economías que no logran implementar eficazmente el modelo de la Triple Hélice enfrentan dificultades para alcanzar un desarrollo económico equilibrado y sostenible, perpetuando disparidades regionales (Etzkowitz *et al.*, 2000).

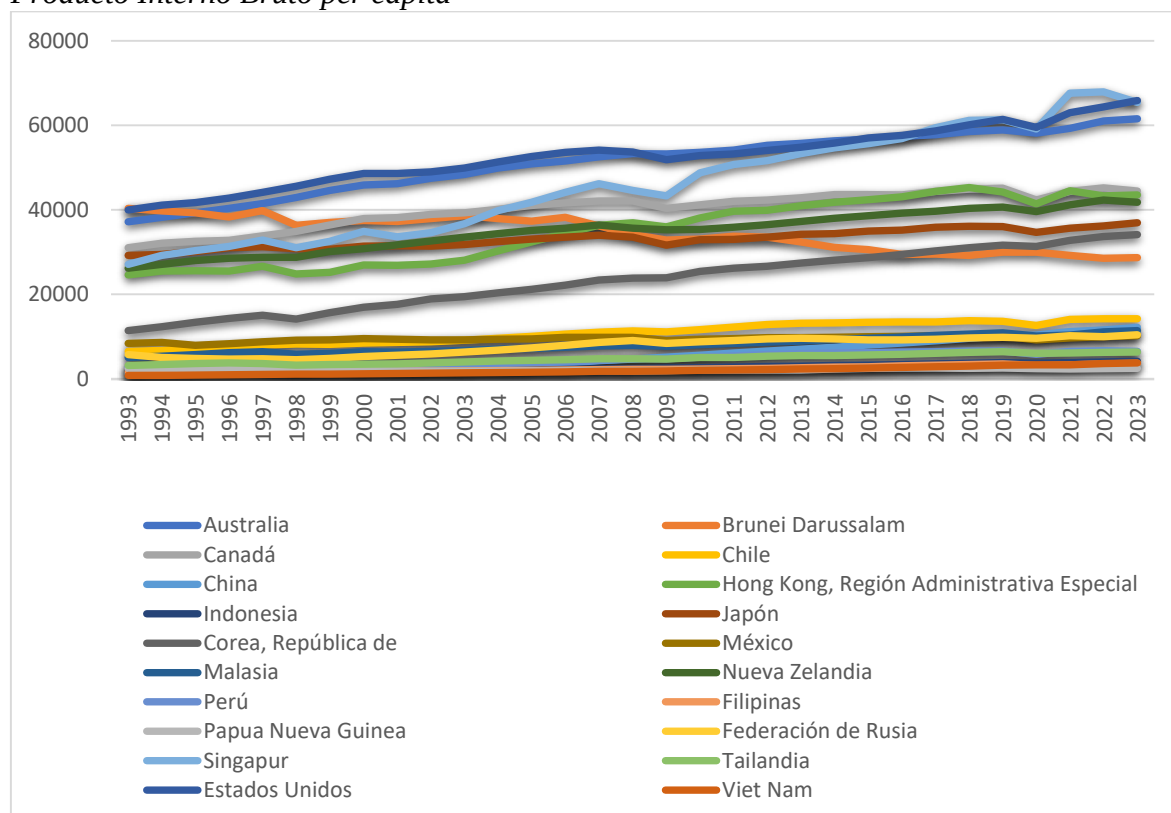
En este mismo sentido, Luna (2022), afirma que las desigualdades suelen tener impactos negativos sobre el crecimiento económico, además, considera que la solución no radica en la implementación de políticas encaminadas únicamente a tener altas tasas de crecimiento.

Estas disparidades económicas tienen un impacto significativo en el crecimiento de las naciones. Prosiguiendo con lo mencionado anteriormente, Luna (2022), postula que las desigualdades ralentizan el desarrollo económico sostenible, algo que se refleja en el crecimiento lento y poco estable de los países con ingresos más bajos. Por el contrario, las economías con Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) alto mantienen un progreso sostenido y una mayor inversión en educación, tecnología e innovación, elementos clave para superar barreras estructurales.

Corea del Sur representa un ejemplo exitoso, con políticas estratégicas que han permitido crecimiento económico constante y una distribución más equitativa. En contraste, México y Chile han experimentado avances en su PIBpc, pero continúan arrastrando desigualdades internas que limitan su potencial de desarrollo. Esta situación subraya la importancia de trascender la mera acumulación de riqueza y avanzar hacia políticas que equilibren la distribución del desarrollo.

Gráfica 4.

Producto Interno Bruto per cápita



Fuente: Elaboración propia con base en BM (2024h).

La Gráfica 4 muestra que reducir las disparidades económicas requiere un enfoque integral que combine la inversión en innovación y educación, el fortalecimiento de sectores estratégicos y la colaboración efectiva entre academia, industria y gobierno. Solo con estrategias que fomenten la equidad regional será posible cerrar brechas económicas y alcanzar un crecimiento sostenible e inclusivo.

Considerando las problemáticas previamente abordadas, diversos autores han propuesto posibles soluciones; por ejemplo, Etzkowitz (2003), Leydesdorff (2012) y, Guerrero y Urbano (2012), quienes sugieren posibles soluciones para atender necesidades específicas que podrían apoyar en la mejora del tema, algunas de las cuales se destacan los siguientes: fomento de políticas integradas en donde, es esencial que los gobiernos de las economías de APEC desarrollen políticas que promuevan la colaboración entre universidad, industria y gobierno, estableciendo incentivos claros y facilitando la creación de plataformas de interacción.

De igual manera; la reestructuración de los actores que busca que las instituciones académicas se adapten para desempeñar un rol más activo en la innovación, fomentando la colaboración con la industria y participando en la creación de soluciones orientadas al mercado.

Finalmente, la promoción de la cultura de innovación, la cual es fundamental para cultivar una cultura que valore la innovación y la colaboración entre los diferentes actores, reconociendo la importancia de la sinergia entre universidad, industria y gobierno para el desarrollo económico.

Con base en lo analizado en los párrafos anteriores, es trascendental evidencias que la presente investigación busca analizar la problemática de la vinculación entre los actores del modelo de Triple Hélice en las economías de APEC, entendiendo esta como un elemento fundamental para impulsar la innovación y el desarrollo sostenible en la región. Si bien numerosos autores han abordado aspectos relacionados con la integración entre universidad, industria y gobierno, persisten desafíos significativos que dificultan alcanzar una sinergia efectiva.

El enfoque de la presente investigación no solo pretende entender las causas subyacentes de dichas deficiencias en la vinculación, como la desarticulación entre actores clave, la limitada participación en procesos de innovación y las carencias en políticas públicas, sino también proponer soluciones que ofrezcan una perspectiva novedosa y transformadora. Este estudio aspira a desarrollar herramientas, estrategias y modelos que promuevan una interacción más efectiva entre los actores, superando obstáculos como la falta de confianza, la burocracia excesiva y el rezago en innovación tecnológica.

Basándose en dicho enfoque, se pretende contribuir al fortalecimiento del modelo de Triple Hélice en las economías de APEC, permitiendo no solo aprovechar su potencial innovador, sino también aumentar su competitividad en el mercado global. Las propuestas que emerjan de este estudio serán fundamentales para impulsar un desarrollo económico sostenible y equitativo en la región, destacando la importancia de la vinculación como eje central del progreso.

1.1.6. Problema de investigación

En las últimas décadas, el modelo de la Triple Hélice ha sido reconocido como un enfoque fundamental para promover la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad económica mediante la articulación entre universidad, industria y gobierno. No obstante, en el contexto de las economías de APEC, su implementación ha enfrentado una serie de dificultades estructurales, institucionales y culturales que han impedido consolidar una sinergia efectiva entre los actores que lo componen. La presente investigación parte de la identificación de este problema como una barrera significativa para el desarrollo industrial equilibrado y sostenible dentro de la región APEC.

La principal problemática radica en la desconexión sistemática entre los sectores académico, productivo y gubernamental. Esta desvinculación no solo genera duplicidad de esfuerzos y desperdicio de recursos, sino que también obstaculiza la transferencia tecnológica, debilita la formación de capital humano altamente calificado y limita la consolidación de clústeres tecnológicos regionales. Diversos estudios han evidenciado que, a pesar del reconocimiento teórico del modelo de la Triple Hélice, su aplicación en la práctica tiende a ser superficial o fragmentada (Cai, 2014; Chung, 2014; Said & Abdullah, 2024).

Por mencionar un ejemplo de lo anterior, en el caso de China, a pesar de los avances en infraestructura y la promoción de parques tecnológicos, se observan bajos niveles de colaboración entre empresas, universidades y gobiernos locales, especialmente en regiones como Zhejiang, donde el 94% de las empresas no establece vínculos con instituciones académicas ni con autoridades (Lu, 2023). Asimismo, la influencia de modelos organizacionales de herencia soviética y la cultura orientada al corto plazo han limitado la construcción de redes de innovación sostenibles (Cai, 2014).

En Corea del Sur, la política académica impulsada por el programa BK21 orientó los esfuerzos de las universidades hacia la publicación en revistas internacionales, dejando de

lado la colaboración local con la industria y el gobierno. Esto produjo un aislamiento funcional de las Hélices, generando una pérdida de oportunidades para el desarrollo tecnológico endógeno (Park & Leydesdorff, 2010). De manera similar, en Japón, la globalización ha contribuido a erosionar los vínculos nacionales, priorizando alianzas internacionales sobre la articulación de los sistemas locales de innovación (Leydesdorff & Su, 2009).

En el sudeste asiático, Malasia presenta un caso paradigmático de desarticulación institucional, donde los distintos tiempos y lógicas operativas de los sectores universitario y empresarial dificultan la colaboración efectiva. La falta de oficinas de transferencia tecnológica profesionalizadas y la percepción limitada del valor académico en la industria acentúan esta desconexión (Chandran *et al.*, 2014; Said & Abdullah, 2024).

Estas barreras se ven agravadas por la ausencia de políticas públicas articuladas, la escasez de incentivos económicos y la falta de una cultura de innovación compartida. En muchas economías de APEC, especialmente en LATAM, el gasto en investigación y desarrollo es considerablemente bajo en comparación con sus contrapartes asiáticas, lo que refleja una menor prioridad estructural hacia la ciencia y la tecnología (BM, 2024c).

A nivel local, esta desvinculación se traduce en clústeres tecnológicos débiles, duplicación de esfuerzos y subutilización de recursos. A nivel regional, amplifica las desigualdades socioeconómicas, limita la consolidación de cadenas de valor y promueve la migración del capital humano altamente calificado. Estas consecuencias generan un entorno poco propicio para la innovación y el crecimiento industrial sostenido, lo cual repercute directamente en la capacidad de las economías de APEC para insertarse competitivamente en los mercados globales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] 2016).

A partir de este diagnóstico, se considera que el problema central de la investigación consiste en que, en las economías de APEC, existe una desconexión estructural entre universidad, industria y gobierno, lo que impide consolidar una vinculación funcional bajo el modelo de Triple Hélice. Esta desvinculación obstaculiza la transferencia tecnológica, limita la formación de capital humano calificado y restringe el desarrollo industrial sostenible.

A pesar del reconocimiento del modelo, su implementación real es fragmentada o superficial, especialmente en economías en desarrollo. La presente investigación, a través de un enfoque econométrico, pretende identificar los factores estructurales que condicionan dicha desarticulación, evaluar sus efectos sobre el desarrollo industrial e identificar vías para fortalecer la articulación interinstitucional. Este análisis permitirá generar evidencia empírica para el diseño de estrategias de política pública orientadas a consolidar ecosistemas de innovación inclusivos, eficientes y resilientes en el marco de las economías de APEC.

I.2. Preguntas de investigación

Derivado de la problemática presentada en el apartado anterior, y con la finalidad de atender las hipótesis de la presente investigación, se planteó una pregunta general, de la cual se derivan las preguntas específicas que tienen que ver con la particularidad de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo temporal de 1993 hasta 2024, las cuales se enlistan a continuación.

I.2.1. Pregunta general

¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?

I.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?
- ¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?
- ¿Cómo han impactado las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?

I.3. Objetivos de la investigación

Para una coherente y adecuada praxis científica de la presente investigación, se debe atender a la hipótesis de la misma, por lo que es importante centrarse en dar respuesta a las preguntas

de investigación, es por ello que se plantean objetivos a perseguir a través de la investigación, mismos que están encaminados al análisis particular el impacto de la vinculación del gobierno, la academia y las empresas en el desarrollo industrial de las economías de APEC.

I.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.

I.3.2. Objetivos específicos

- Estimar la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.
- Evaluar la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.
- Deducir el impacto de las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.

I.4. Justificación

Las alianzas políticas, económicas y comerciales de la región de Asia Occidental han generado cambios económicamente positivos, lo que dio pie a la consolidación de acuerdos principalmente comerciales donde se incluyeron países de América, dando con esto el surgimiento del denominado APEC en 1989, no obstante, el desarrollo de las economías de los países participantes ha sido desigual.

Frente a un panorama de uso de modelos de Hélices para la generación de innovación y tecnología, y en aras de la cuarta revolución industrial donde los países latinoamericanos no precisamente figuran como potencias, sino que por el contrario, se han visto rezagados frente al desarrollo de diversas economías que participan en APEC, más en específico si se contrasta con el desarrollo exponencial que han tenido algunos países asiáticos, surge la necesidad de buscar el desarrollo de la economía solidaria en los países de dicho foro.

Es por lo anterior que se desarrolla la presente investigación, con la finalidad de generar aportaciones positivas y significativas para el desarrollo industrial de los países del Foro en cuestión. Para ello, se sustenta la misma en datos obtenidos de BM, en teorías existentes respecto a las Hélices y al desarrollo, aunado a un minucioso análisis de desarrollo

empírico inherente a los modelos de Hélice basados en diversos autores, lo que permite un confiable desarrollo de modelos econométricos en la investigación, mismos que se consideran originales, innovadores y de relevancia, puesto que no se ha encontrado algún análisis igual o similar al que se presenta.

1.4.1. Alcance de la investigación

La presente investigación es de corte exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo, apegado los lineamientos epistemológicos propuestos por Torres y Navarro (2007), para lo cual, la investigación se desarrolla de la siguiente manera:

Primeramente, se considera que la investigación es de corte exploratorio porque se examina el tema de los modelos de Hélices y las economías de APEC con la finalidad de que el lector se empape y comprenda el tema y contexto sobre el cual se desarrolla la presente.

Posteriormente se considera de corte descriptivo porque se presenta información cuantitativa que ayude a conocer los comportamientos económicos de las economías de APEC.

Como tercer momento se considera que la investigación es de corte correlacional dado que se plantean variables independientes (universidades, empresas y el gobierno) y se plantea explicar su comportamiento en función de la variable dependiente, la cual es el desarrollo industrial.

Finalmente, se considera que la investigación es de carácter explicativo porque de manera estructurada se analiza de qué manera las variables independientes impactan en el desarrollo industrial de las economías de APEC, y cómo es que éstas se comportan bajo la aplicación de los modelos de Hélices.

1.4.2. Trascendencia de la investigación

El presente trabajo surge de la necesidad de analizar la importancia de la implementación de modelos de Hélices en las economías de APEC, puesto que a partir de su eficiencia se puede generar desarrollo industrial, por lo que su estudio y buena aplicación de dichos modelos en la región principalmente latinoamericana, puede potencializar la competitividad y, por ende, el desarrollo de dichas economías.

La Triple Hélice se ha considerado como una estrategia funcional para generar desarrollo industrial, gracias a la participación colaborativa del desarrollo principalmente tecnológico del área industrial, a través de la intervención de agentes como son el gobierno con la gestión, dirección, licitación y autorización de los proyectos, la academia con su aporte de capital intelectual y en ocasiones tecnológico a través de los laboratorios para el desarrollo de los proyectos, y finalmente la misma industria, empresa o sector privado, que son los principales agentes que generan desarrollo regional. Es primordial recalcar que la presente investigación se sustenta principalmente en el modelo de Triple Hélice, analizando la sinergia entre actores para la generación de investigación y desarrollo.

A través de la presente investigación se pretende dar respuesta a la hipótesis general planteada, la cual versa en que en las economías de APEC los modelos de Hélice han impactado de manera positiva en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024, así como a las hipótesis específicas.

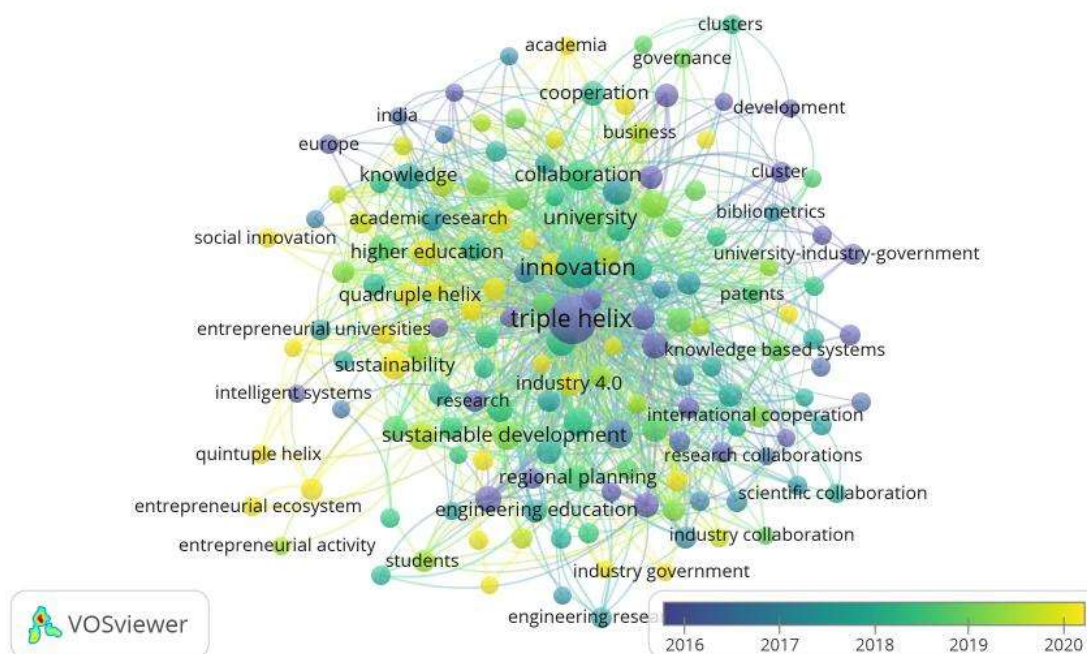
Uno de los aspectos que otorgan trascendencia a la presente investigación es la necesidad de profundizar en el impacto que la vinculación bajo el esquema de la Triple Hélice genera en el desarrollo industrial de las economías. Este planteamiento se respalda mediante el análisis bibliométrico (véase Gráfica 5), el cual evidencia una marcada concentración temática en torno a la innovación, el desarrollo industrial y la cooperación interinstitucional.

La red de co-ocurrencias muestra cómo los términos más frecuentes se articulan alrededor del concepto central, reflejando que la literatura internacional reconoce la relevancia de este modelo como estrategia para integrar conocimiento científico, capacidades productivas y acción gubernamental. Al mismo tiempo, la dispersión de nodos secundarios revela vacíos de investigación en contextos latinoamericanos, particularmente en México, lo que refuerza la originalidad y el aporte innovador de este trabajo al situarse en un espacio poco explorado en comparación con las economías asiáticas y europeas, donde la Triple Hélice ha sido objeto de estudios más sistemáticos.

La Gráfica 5 presenta la red de co-ocurrencia de palabras clave en investigación, para lo cual de un universo inicial de 3441 palabras clave, sólo 179 cumplen con el criterio de cinco o más co-ocurrencias, esto indica un campo de investigación aún en consolidación.

Gráfica 5.

Análisis bibliométrico de investigaciones entorno a la Triple Hélice



Fuente: Elaboración propia a través del programa VOSviewer (2025).

Dicha gráfica muestra cómo los términos más frecuentes se articulan alrededor del concepto central, reflejando que la literatura internacional reconoce la relevancia de este modelo como estrategia para integrar conocimiento científico, capacidades productivas y acción gubernamental. Al mismo tiempo, la dispersión de nodos secundarios revela vacíos de investigación en contextos latinoamericanos, particularmente en México, lo que refuerza la originalidad y el aporte innovador de este trabajo al situarse en un espacio poco explorado en comparación con las economías asiáticas y europeas, donde la Triple Hélice ha sido objeto de estudios más sistemáticos.

Este hallazgo demuestra que, aunque existe un interés creciente por el modelo de Triple Hélice, la producción científica todavía presenta áreas fragmentadas y dispersas. La identificación de clústeres temáticos asociados a conceptos como “innovación, desarrollo regional, competitividad y política pública” permite evidenciar que el modelo se ha posicionado como un referente analítico y práctico en el diseño de estrategias de desarrollo industrial.

Sin embargo, la relativa escasez de estudios aplicados a las economías de APEC, y particularmente al caso de México, resalta la pertinencia y necesidad de la presente investigación, al aportar un enfoque empírico robusto sustentado en herramientas econométricas de panel.

De este modo, la trascendencia del estudio radica en que no solo sistematiza un estado del arte internacional mediante técnicas bibliométricas, sino que además plantea un marco analítico innovador para explicar las dinámicas de vinculación en APEC desde una perspectiva comparativa y longitudinal (1993-2024).

Con lo anterior, se ofrece un aporte original al conocimiento científico y a la praxis de políticas públicas, proponiendo un modelo de análisis replicable y transferible a otras regiones. Esta doble dimensión, teórica y aplicada, otorga a la investigación un carácter pionero en México y LATAM, justifica su razón de ser y refuerza su potencial para incidir en la construcción de estrategias de desarrollo industrial basadas en el conocimiento y la innovación, así como políticas públicas con un enfoque sustentado en la praxis del modelo de Triple Hélice.

Por otra parte, otro de los relevantes potenciales de la investigación que vale la pena destacar es que, los resultados obtenidos de la misma tienen el potencial de servir como sustento para el desarrollo industrial de México, país de donde surge la presente investigación, puesto que de acuerdo con la presencia literaria se puede considerar que si existe el interés por los modelos de Hélices.

En ese mismo sentido, es pertinente mencionar que, de acuerdo con Corral (2012), en las regiones del norte de México se requiere fomentar la Triple Hélice con un enfoque hacia la innovación tecnológica para lograr un desarrollo regional y sustentable, así lo postula en lo planteado en una investigación que realizó en la región Nueva Vizcaya, donde afirma que la implementación de dicho modelo fomentará el desarrollo industrial, lo que trae consigo desarrollo empresarial, y a su vez esto conlleva a un crecimiento y probable desarrollo económico, social y empresarial desembocando en desarrollo regional.

Finalmente, el presente documento pretende servir como apoyo para la toma de decisiones en la implementación de proyectos operados bajo el esquema de los modelos de Hélices, en busca de generar desarrollo industrial. Por otra parte, tiene el potencial de servir como una sólida base realizar investigaciones futuras entorno al modelo de Triple Hélice, así

como también para el diseño de políticas públicas encaminadas a mejorar la vinculación entre los actores de dicho modelo, y con ello, contribuya a gestionar el desarrollo en las economías de APEC.

I.5. Horizonte temporal y espacial

Para el desarrollo de la presente investigación se empleará información correspondiente a las economías miembros de APEC durante el periodo 1993-2024. Este foro regional de cooperación económica está conformado por 21 países, entre los que se incluyen: Australia, Brunéi Darussalam, Canadá, Chile, China, Corea del Sur, EE. UU., Filipinas, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Rusia, Singapur, Tailandia, Taiwán y Vietnam. Sin embargo, para efectos del análisis se considerarán únicamente 20 economías, excluyendo a Taiwán (también denominado Taipéi Chino) debido a la limitada disponibilidad de información estadística confiable sobre dicha economía.

I.6. Viabilidad de la investigación

La presente investigación versa en la obtención de información basada en teorías existentes, a su vez que se parte del análisis de los modelos de Hélices aplicados en las economías pertenecientes a APEC, cuya aplicación ha generado desarrollo industrial y, en ese sentido, que los resultados cualitativos aporten respaldo y solidez al marco teórico, aunado a una metodología cualitativa sólida basada en econometría.

En ese mismo sentido, es de interés destacar el trabajo con los entes pertinentes para la obtención y generación de información confiable, para que con su posterior procesamiento derive en aportes científicos significativos, relevantes y útiles, lo que es clave para la elaboración de propuestas que del presente estudio emanen, así como para futuras investigaciones.

I.7. Propósito

La presente investigación tiene como finalidad conocer las particularidades de la vinculación del gobierno, la academia y las empresas, como principales actores en los modelos de Hélices, así como su impacto en el desarrollo industrial en las economías de APEC. Así

mismo, es preciso dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas, así como sustentar si las hipótesis que se plantean en la misma se consideran aceptables o se rechazan.

Se busca también, que el presente documento sirva como base y sustento para el fomento e implementación de los proyectos trabajados bajo modelos de Hélices para la generación de innovación y tecnología, que a su vez genere desarrollo industrial en los países que conforman la región APEC.

Con las sugerencias planteadas al final del documento se pretende que la experiencia obtenida de la presente sirva para el desarrollo y fomento de futuras investigaciones relacionadas con el tema, así como también, que sirvan como guía para los actores de los modelos Hélice en su enfoque y desarrollo de actividades de interacción conjunta.

Los resultados obtenidos de la presente llevan consigo la finalidad de coadyuvar al fomento de políticas públicas encaminadas al desarrollo industrial, especialmente de las economías pertenecientes a APEC, más en específico para los países latinoamericanos, para que, derivado de lo mismo, éste genere desarrollo industrial, desarrollo regional y a su vez bienestar en la población la cual es la razón de ser de la misma.

I.8. Hipótesis general

En las economías de APEC, la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el proceso de desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.

I.9. Hipótesis específicas

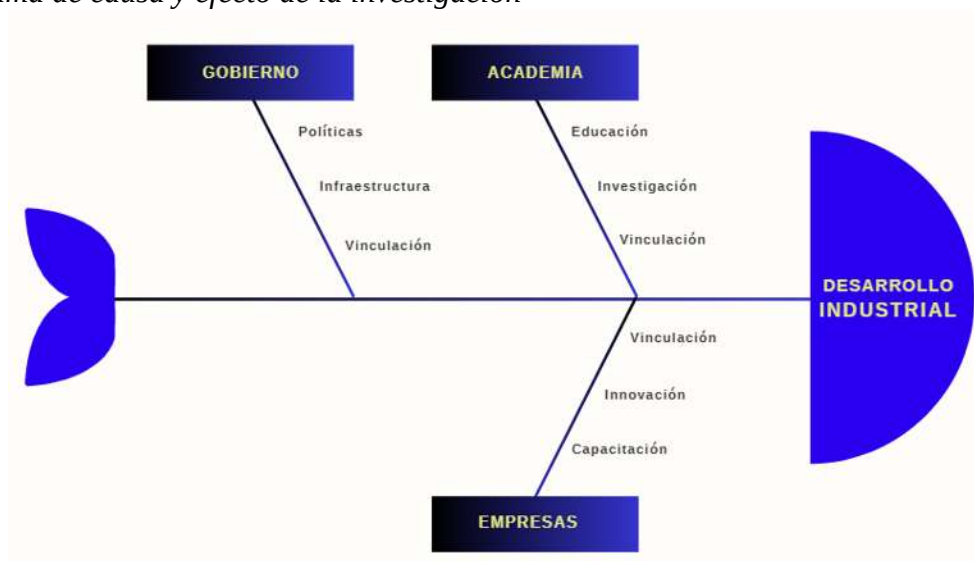
- En las economías de APEC el gobierno, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.
- En las economías de APEC la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.
- En las economías de APEC las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.

I.10. Identificación de variables

Para el análisis de la presente investigación se identificaron las variables presentadas en la Ilustración 1.

Ilustración 1.

Diagrama de causa y efecto de la investigación



Fuente: Elaboración propia con base en las variables de investigación (2023).

En el diagrama de causa y efecto de la Ilustración 1, se puede apreciar que la variable dependiente es el desarrollo industrial, mientras que las variables independientes son tres, compuestas por la academia donde sus elementos destacables son la vinculación, la educación y la investigación; otra variable independiente es el gobierno siendo sus elementos la vinculación, la infraestructura y las políticas; y finalmente se encuentra como variable independiente las empresas, compuesta por la vinculación, la innovación y la capacitación.

Es trascendental para la investigación observar que en las tres variables independientes un elemento coyuntural fundamental es la vinculación, misma que es indispensable para la implementación de los modelos de Hélices.

I.11. Justificación de las variables

La selección de las variables empleadas en la investigación responde a la necesidad de vincular de manera directa los fundamentos teóricos con los objetivos planteados, garantizando la coherencia metodológica y la pertinencia del análisis.

Cada variable se eligió en función de su capacidad para representar de manera objetiva los componentes centrales del modelo de la Triple Hélice (Gobierno, Academia y Empresas) y su relación con el desarrollo industrial. De este modo, se asegura que los indicadores utilizados no sólo reflejen dimensiones cuantificables y comparables entre economías, sino que también permitan contrastar las hipótesis formuladas y responder a las preguntas de investigación con evidencia empírica sólida.

I.11.1. Variable dependiente: Desarrollo industrial

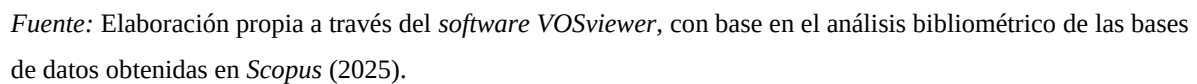
Con el objetivo de justificar la inclusión de la variable “desarrollo industrial” en el marco analítico de la presente investigación, se presenta un análisis bibliométrico que permite visualizar su relevancia temática dentro del campo del desarrollo regional.

La Gráfica 6 muestra la red de co-ocurrencias construida a partir de literatura especializada, en la cual se identifican los principales conceptos asociados a esta variable, así como su grado de vinculación con enfoques institucionales, territoriales y de innovación. Este ejercicio permite evidenciar no sólo la centralidad del desarrollo industrial en los estudios contemporáneos sobre crecimiento económico, sino también su articulación con dinámicas regionales, lo que refuerza su pertinencia como variable dependiente en el modelo propuesto.

Dicha gráfica presenta los resultados del análisis bibliométrico aplicado a un compilado de 755 documentos indexados en *Scopus* y *Web of Science*, seleccionados por su relevancia en torno al concepto de Triple. A partir de este conjunto, se identificaron 3441 palabras clave únicas, lo que evidencia la amplitud temática y la diversidad conceptual presente en la literatura especializada.

Para garantizar la claridad interpretativa y la pertinencia analítica, se aplicó un filtro que excluye términos con menos de 5 co-ocurrencias, lo que permitió reducir el universo a 179 palabras clave altamente representativas. Esta depuración facilita la visualización de los nodos más relevantes y la identificación de patrones de asociación entre conceptos centrales.

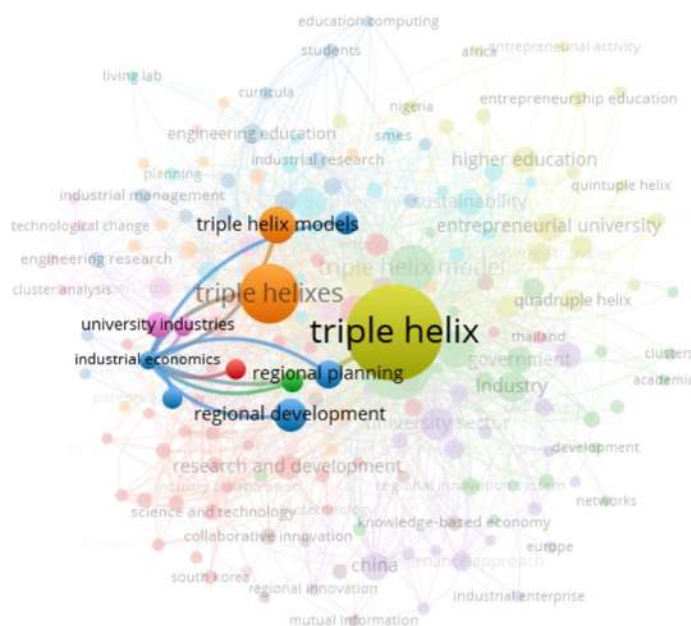
Análisis bibliométrico de la variable desarrollo industrial desde la perspectiva del desarrollo regional



Como complemento al enfoque regional previamente abordado, la

Gráfica 7 presenta el análisis bibliométrico de la variable “desarrollo industrial” desde la perspectiva de la economía industrial. Este segundo enfoque permite identificar los núcleos conceptuales que sustentan el estudio del desarrollo industrial en contextos de competencia, transformación productiva y articulación institucional.

Gráfica 7.



La red de co-ocurrencias representada en esa última gráfica se deriva del procesamiento que el nodo central de la red es el concepto Triple Hélice, que articula los principales términos asociados al desarrollo industrial desde la economía industrial. Entre los nodos más destacados se encuentran “universidad, industrias, desarrollo regional y planeación regional”. Esta configuración evidencia una fuerte convergencia entre los estudios de economía industrial y los modelos de innovación institucional, especialmente aquellos que integran dinámicas académicas, empresariales y gubernamentales.

innovación, desarrollo económico, gobierno, universidad, industria, emprendimiento, cambio tecnológico, y planeación regional” refuerzan la idea de que el desarrollo industrial no se limita a la producción empresarial, sino que se vincula estrechamente con procesos formativos, capacidades técnicas y evolución tecnológica. Asimismo, la inclusión de *China* como nodo temático sugiere una concentración geográfica de estudios en economías asiáticas, lo que nuevamente pone de relieve la escasa representación de contextos latinoamericanos en esta línea de investigación.

En función de los hallazgos bibliométricos expuestos, el uso del “PIBpc” como indicador de la variable dependiente, se justifica por su capacidad para capturar de manera agregada el nivel de productividad y sofisticación económica alcanzado por una economía. Si bien el desarrollo industrial implica múltiples dimensiones tecnológicas, institucionales y territoriales, el PIBpc permite aproximarse a su resultado estructural, al reflejar el valor económico generado por habitante en un contexto determinado.

La presencia recurrente de términos como “desarrollo económico, industria, innovación, cambio tecnológico y economía industrial” en las redes de co-ocurrencias analizadas sugiere que el desarrollo industrial se estudia comúnmente en relación con indicadores macroeconómicos que expresan capacidad productiva y bienestar económico.

Aunado a lo anterior, tal como se muestra en el apartado empírico de la presente investigación, el PIBpc ha sido ampliamente utilizado en estudios comparativos internacionales como *proxy* del grado de industrialización y competitividad de las economías, lo que refuerza su pertinencia metodológica en el análisis de paneles diferenciados por nivel de desarrollo, como los propuestos en el presente estudio.

I.11.2. Variable independiente: Academia

La variable “academia” se incorpora como componente independiente del modelo propuesto, en virtud de su papel estratégico dentro del esquema de la Triple Hélice, donde la universidad representa el eje generador de conocimiento científico y tecnológico. Para justificar su inclusión, se realiza un análisis bibliométrico desde la perspectiva de la universidad, considerando su vinculación con procesos de innovación, formación de capital humano y colaboración interinstitucional.

vinculación con agendas globales y su participación activa en procesos de innovación colaborativa.

La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 8 refuerza la elección de la variable en cuestión, al mostrar que el nodo “universidad” se articula con conceptos como “Triple Hélice, desarrollo sostenible, colaboración y, sistemas regionales de innovación”, lo que evidencia una academia orientada no sólo a la generación de conocimiento, sino también a su aplicación territorial y tecnológica. Además, la presencia de nodos geográficos como “Europa”, “India” y “Brasil” sugiere una concentración temática que excluye parcialmente a LATAM, lo que subraya la necesidad de visibilizar la producción académica local como parte del análisis empírico en economías en desarrollo.

1.11.3. Variable independiente: Empresas

La variable “empresas” se incorpora como componente independiente del modelo de análisis, en virtud de su papel activo en la generación de innovación, la transformación productiva y la dinamización del desarrollo industrial.

En el marco de la Triple Hélice, el sector empresarial representa el agente que convierte el conocimiento en aplicaciones concretas, escalables y competitivas. Para justificar su inclusión, se presenta un análisis bibliométrico desde la perspectiva de la industria, con el objetivo de identificar los principales conceptos asociados a la actividad empresarial en el contexto de la innovación y el desarrollo económico. En ese sentido, la gráfica que a continuación se presenta permite visualizar las relaciones temáticas que configuran el rol de las empresas en los sistemas de innovación, así como su interacción con los demás actores institucionales.

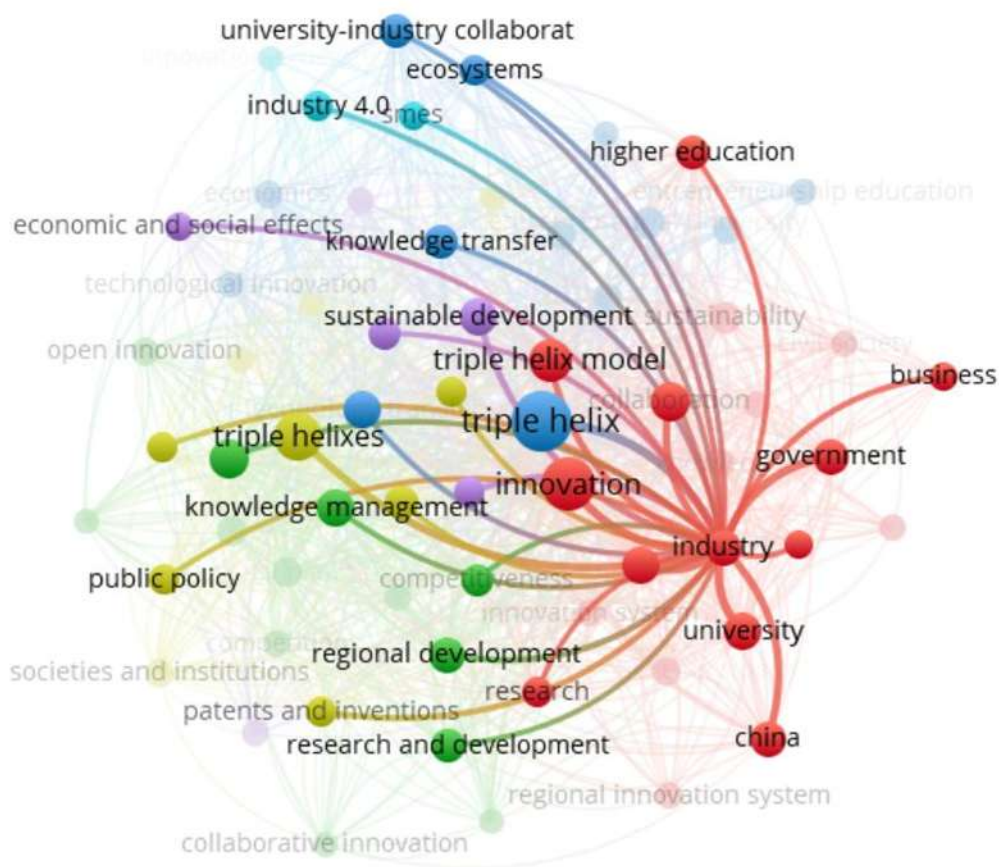
La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 9 se construyó bajo los mismos parámetros que las gráficas anteriores del análisis bibliométrico en cuestión, en donde el nodo central de la red es el término “industria”, la cual se muestra ampliamente ligada con conceptos como “innovación, Triple Hélice, conocimiento, políticas públicas, desarrollo regional, innovación y desarrollo, transferencia de conocimiento”, los cuales evidencian el papel estratégico de las empresas en la configuración de ecosistemas de innovación.

La presencia de términos como “industria 4.0, ecosistemas, efectos sociales y económicos, sustentabilidad, tecnología e innovación, innovación abierta, competitividad, sistemas de innovación, patentes e invenciones, innovación colaborativa y, sociedades e

instituciones”, refuerzan la idea de que la actividad empresarial no opera de manera aislada, sino que se vincula estrechamente con procesos académicos y decisiones gubernamentales.

Gráfica 9.

Análisis bibliométrico de la variable empresas desde la perspectiva de la industria



Fuente: Elaboración propia a través del *software VOSviewer*, con base en el análisis bibliométrico de las bases de datos obtenidas en *Scopus* (2025).

Es imprescindible destacar la aparición de las “patentes e invenciones” como un elemento relacionado con este nodo, mismo que, de acuerdo con la gráfica, no se encuentra ampliamente relacionado en los estudios inherentes a la industria, lo cual sugiere que es un potencial de análisis de la presente investigación, además, evidencia la capacidad de las empresas para generar valor a través de la interacción con instituciones científicas y su

entorno regulatorio. Lo anterior refuerza la elección de las “solicitudes de patente” como indicador para esta variable.

Finalmente, la red muestra una concentración temática en regiones como Europa, lo que pone de relieve la necesidad de ampliar el enfoque hacia economías emergentes, como las latinoamericanas, donde el papel de las empresas en la innovación aún no ha sido suficientemente documentado. Este vacío refuerza la pertinencia de incluir la variable “empresas” en el modelo, especialmente en contextos donde la articulación institucional es incipiente pero estratégica para el desarrollo industrial.

1.11.4. Variable independiente: Gobierno

La variable “gobierno” se incorpora como componente independiente del modelo analítico, en virtud de su papel estructural en la configuración de políticas públicas, asignación de recursos y diseño de marcos institucionales que inciden directamente en el desarrollo industrial.

En el modelo estatista de la Triple Hélice (que se ha consolidado como el referente predominantemente implementado a nivel global), el gobierno representa el actor regulador y facilitador de la interacción entre academia y empresas, así como el responsable de generar condiciones favorables para la innovación. Para justificar su inclusión como variable, en la siguiente gráfica se presenta el análisis bibliométrico centrado en el concepto “gobierno”, con el objetivo de identificar sus vínculos temáticos dentro de los sistemas de innovación y desarrollo.

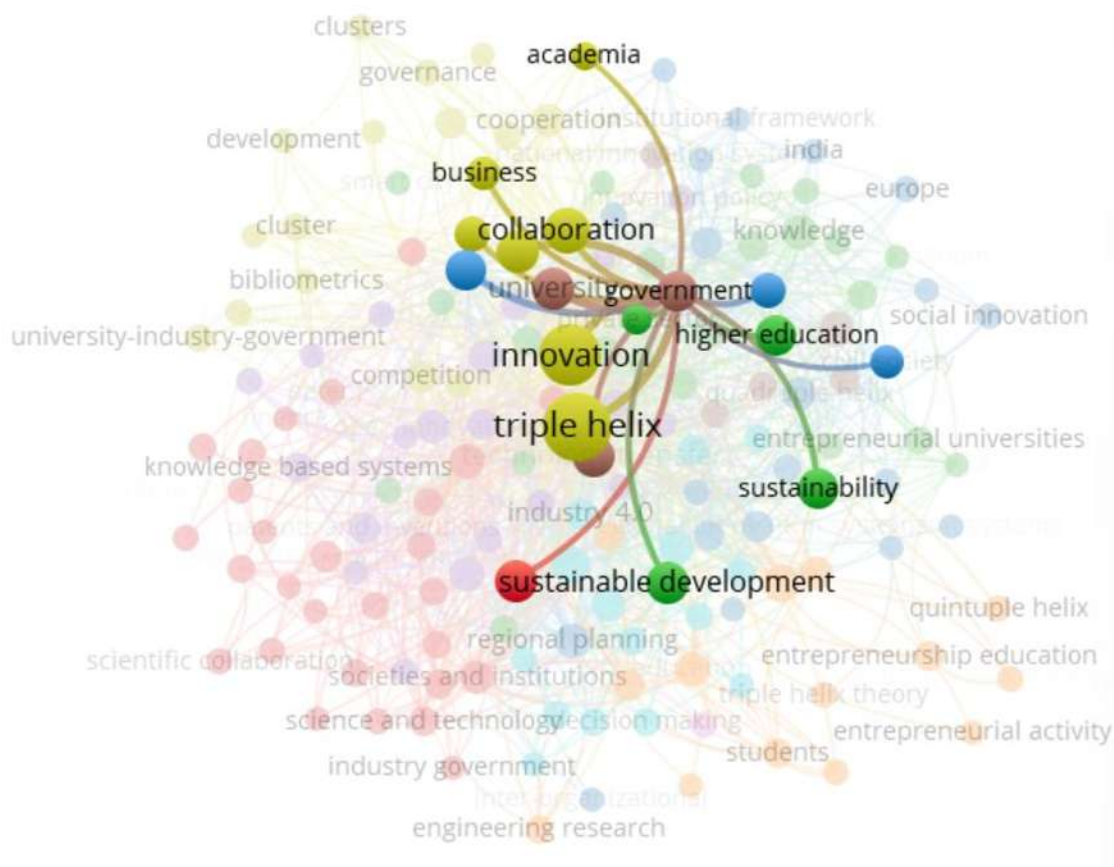
La red de co-ocurrencias representada en la Gráfica 10 se deriva del procesamiento bibliométrico con los parámetros ya mencionados, donde, a diferencia de los enfoques centrados en academia o industria, esta red destaca el papel del Estado como facilitador institucional y articulador estratégico.

El nodo “gobierno” aparece estrechamente vinculado con “innovación, Triple Hélice, colaboración, sustentabilidad, desarrollo, sostenibilidad, educación superior, negocios y, academia” lo que evidencia su rol en la configuración de marcos normativos, esquemas de coordinación intersectorial y agendas de sostenibilidad.

La presencia de términos como “educación superior, universidad, sistemas basados en conocimiento, universidad emprendedora, conocimiento y, ciencia y tecnología”, refuerza la idea de que la acción gubernamental no se limita a la regulación, sino que incide

directamente en la planificación territorial, la formación de capital humano y el impulso a la competitividad.

Gráfica 10 .
Análisis bibliométrico de la variable gobierno



Fuente: Elaboración propia a través del software VOSviewer, con base en el análisis bibliométrico de las bases de datos obtenidas en Scopus (2025).

Desde una perspectiva metodológica, el indicador seleccionado para representar la variable “gobierno” es el “gasto público en educación”, el cual se justifica tanto por su relevancia

empírica como por su respaldo teórico en el estado del arte. Diversos estudios han señalado que la inversión estatal en educación constituye una de las formas más directas y estructurales de intervención gubernamental en los sistemas de innovación (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall, 2007). Este tipo de gasto no sólo refleja el compromiso del Estado con la formación de capital humano, sino que también habilita la infraestructura académica necesaria para la generación de conocimiento y su posterior transferencia al sector productivo.

El análisis bibliométrico refuerza esta elección al mostrar una fuerte asociación entre “gobierno, educación superior, universidad-gobierno y, ciencia y tecnología”, lo que confirma que el gasto público en educación es un *proxy* válido para capturar la dimensión gubernamental en el modelo de la Triple Hélice. En contextos como el latinoamericano, donde la articulación institucional aún enfrenta desafíos estructurales, este indicador permite evaluar de manera objetiva el grado de compromiso estatal con el desarrollo industrial a través de la educación como política pública estratégica.

I.12. Herramientas e instrumentos

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó un conjunto de herramientas e instrumentos que aseguran la solidez metodológica y la pertinencia de los resultados. En primer lugar, se recurrió a fuentes estadísticas y documentales de carácter internacional, entre las que destacan el BM, la *World Intellectual Property Organization (WIPO)*, por sus siglas en inglés), *Scopus*, *Web of Science* y Google Académico, las cuales proporcionaron información confiable y actualizada para el desarrollo del extenso de la investigación. Estas bases de datos permitieron construir un corpus robusto tanto para el análisis econométrico como para el estudio bibliométrico.

En cuanto al análisis bibliométrico, se utilizó el *software* especializado *VOSviewer*, que facilitó la construcción de redes de co-ocurrencias y la identificación de patrones temáticos en la literatura académica.

Para el análisis econométrico, se empleó el programa *StataMP 17.0*, el cual posibilitó la estimación de modelos de datos de panel, el procesamiento de datos y la aplicación del estimador de medias grupales del modelo, el cual, resulta particularmente adecuado para paneles heterogéneos, ya que permite obtener estimaciones consistentes al considerar la

diversidad estructural entre las economías analizadas. Lo anterior permite contrastar las hipótesis planteadas y evaluar la relación entre las variables.

La combinación de fuentes documentales internacionales, bibliometría y econometría aplicada asegura un enfoque integral que vincula teoría y evidencia empírica. Mientras que las bases de datos y el análisis bibliométrico aportan la dimensión conceptual y temática, el uso de las pruebas y del estimador “xtmg” en StataMP 17.0 permite validar cuantitativamente las relaciones propuestas en el modelo. De esta manera, los instrumentos empleados garantizan la coherencia entre el marco teórico, el estado del arte y los resultados empíricos, fortaleciendo la originalidad y el rigor científico de la investigación.

I.13. Resumen crítico y conclusiones sobre la conformación de los fundamentos de la investigación

El Capítulo I establece de manera estructurada los cimientos conceptuales, metodológicos y problemáticos de la presente investigación sobre los modelos de Hélice en el contexto de las economías APEC. Este apartado cumple un papel esencial al delinear no sólo la problemática que origina el estudio, sino también al construir el marco lógico que justifica su pertinencia, viabilidad y alcance dentro del campo del desarrollo local y regional.

El núcleo temático del capítulo se centra en la deficiente vinculación entre los actores de la Triple Hélice, planteada como una barrera estructural que limita el desarrollo industrial. Esta problemática se aborda mediante un análisis que identifica cinco dimensiones críticas: desarticulación institucional, limitada participación en innovación, políticas públicas insuficientes, rezago tecnológico y desigualdades económicas. La argumentación se sustenta en literatura científica relevante presentada principalmente por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) y, por Rivera, Ocampo y Arredondo (2010), lo que permite evidenciar la complejidad del fenómeno y justificar la necesidad de un abordaje multidimensional.

Una de las principales fortalezas del capítulo es su capacidad para vincular teoría y evidencia empírica, mostrando cómo la falta de sinergia entre los actores de la Hélice obstaculiza la transferencia de conocimiento, la innovación tecnológica y la consolidación de políticas integradas. La inclusión de datos comparativos sobre gasto en I+D, formación de investigadores y gasto público en educación refuerza el diagnóstico, al evidenciar una brecha significativa entre las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo de

APEC. Estas diferencias reflejan no sólo desigualdades estructurales, sino también un rezago sistemático en la articulación de capacidades para el desarrollo (BM, 2024b).

Asimismo, el capítulo formula la pregunta de investigación, los objetivos generales y específicos, y las hipótesis a contrastar, construyendo un marco lógico sólido. La hipótesis central sostiene que los modelos de Hélice han impactado positivamente en el desarrollo industrial de las economías APEC entre 1993 y 2024, fundamentándose en la teoría del desarrollo institucional y sometiéndose a contrastación empírica mediante técnicas econométricas avanzadas.

Desde el punto de vista metodológico, se destaca la adopción de un enfoque mixto, con énfasis en el análisis de datos de panel, lo que fortalece el rigor técnico del estudio. La propuesta de variables, el diagrama de causa-efecto y el uso de herramientas como StataMP 17.0 y *Statistical Package for the Social Sciences* en su versión 25 (*SPSS-25, por sus siglas en inglés*), junto con el análisis bibliométrico realizado mediante *VOSviewer*, consolidan una planificación científica seria, viable y coherente con los objetivos planteados.

Finalmente, el capítulo aporta una justificación clara y contundente de la trascendencia de la investigación, particularmente en el contexto de APEC. La necesidad de transformar la estructura institucional para articular una economía del conocimiento, basada en innovación, vinculación estratégica y sostenibilidad, se plantea no sólo como un reto técnico, sino como una tarea urgente para reducir las asimetrías históricas que persisten en el desarrollo regional. En este sentido, el capítulo no sólo define los fundamentos conceptuales y metodológicos, sino que también establece la relevancia práctica y política del estudio, reforzando su originalidad y pertinencia en el debate internacional sobre vinculación, innovación y desarrollo industrial.

El desarrollo de las economías de APEC

Introducción al capítulo

En este capítulo se desarrolla el marco referencial de la investigación a través de un análisis del desarrollo industrial en el mundo, seguido del análisis de los modelos de Hélice en el mundo, posteriormente, se presenta un contexto del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) y un contexto económico de las economías que participan en el mismo, siendo estos Australia, Brunéi Darussalam, Canadá, Corea, Chile, China, Estados Unidos (EE. UU.), Filipinas, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Rusia, Singapur, Taiwán, Tailandia y Vietnam.

En el cuarto subapartado se presenta información de la implementación de los modelos de Hélice en las economías pertenecientes a APEC y, finalmente se presenta un breve contexto de la participación de México en el foro.

El desarrollo industrial es un enfoque fundamental para analizar el progreso económico de las economías miembros de APEC. Este enfoque se basa en la premisa de que la industrialización impulsa el crecimiento económico, mejora la productividad y fomenta la innovación.

En este mismo sentido, la industrialización se presenta como un factor crucial para el desarrollo económico, especialmente en países en desarrollo y economías emergentes. Este proceso impulsa el crecimiento sostenible, fomenta la reducción de la pobreza y de las desigualdades sociales, además de mejorar los niveles de vida y la productividad. La transformación estructural que ocurre al transitar de economías basadas en la agricultura hacia sectores industriales juega un papel esencial en la diversificación y el fortalecimiento económico. Asimismo, la planificación adecuada de estrategias industriales puede ser determinante para generar mejoras significativas en la productividad, sentando bases sólidas para un desarrollo inclusivo y equitativo. En su conjunto, la industrialización actúa como un motor que permite construir economías resilientes, dinámicas y mejor preparadas para

enfrentar los retos del futuro (Chenery, 1955; Engen *et al.*, 1994; Hill, 1976; Kniivilä, 2004; Tambor, 2014).

II.1. El desarrollo industrial en el mundo

La industria existe desde tiempos remotos debido a la necesidad del ser humano por transformar los recursos naturales, pero es hasta finales del siglo XVIII que se comienza con un verdadero desarrollo, proceso al cuál se le denominó la primera revolución industrial o también se le conoció como la evolución industrial, la cual surgió en 1760 en la Gran Bretaña, y se expandió a Europa Occidental y a EE. UU. para su consumación en 1840, periodo durante el cual la economía, las estructuras sociales y los conceptos de tecnología se reestructuraron significativamente, puesto que las economías de dichos países se basaban en la agricultura y el comercio, y éstas cambiaron a una base tecnológica, industrializada, mecanizada y con un nuevo enfoque hacia la urbanización.

Los principales impactos que tuvo la primera revolución industrial fue el cambio de los medios de producción, puesto que tradicionalmente la agricultura se realizaba con la mano de obra campesina y el uso de animales para la tracción de siembra y transporte, y con la aparición de la máquina de vapor potencializó enormemente la producción, el transporte de personal, de productos, de animales y de mercancías, y esto a su vez potencializó el crecimiento del PIB de las naciones, puesto que por siglos se había mantenido estancado.

Por otra parte, los crecimientos económicos derivados del desarrollo industrial que trajo consigo la primera revolución industrial, también dieron lugar al aumento del clasismo, es decir, la diferencia entre clases sociales se hizo aún más marcada, pues la marginación económica y social se multiplicó exponencialmente por la concentración económica, lo que rápidamente generó la aparición de problemas sociales y laborales, en exigencia de una mejora en las condiciones laborales y de calidad de vida se comenzaron a suscitar las primeras protestas y manifestaciones sociales, siendo éste factor el principal causante de la posterior aparición de: el socialismo, el comunismo, el anarquismo y el sindicalismo (Usac, 2015).

La segunda revolución industrial se suscitó entre 1850 y duró hasta inicios de la Primera Guerra Mundial (PGM) en 1914. Surgió en el Reino Unido generando desarrollo industrial y tecnológico en Francia, Bélgica, Alemania, EE. UU. y Japón, no obstante, rápidamente se expandió a España, Italia y Rusia, y finalmente por el resto de países

occidentales. Se caracterizó por la producción en masa, las cadenas de montaje y la electrificación industrial (Hobsbawm, 1968).

La implementación de nuevas maquinarias dio paso al uso de nuevos minerales a los que antes no se tenía acceso, puesto que comenzó la extracción minera de zinc, acero, aluminio, cobre, níquel, entre otros, además, se potencializó la tendencia de uso de colorantes artificiales, fertilizantes, sosa e incluso de materiales explosivos. Además, con el uso de las máquinas, la aparición de las turbinas, el surgimiento de la industria del gas, la industria petrolera, y las nuevas formas de obtención de electricidad, aunado a la potencialización del uso del ferrocarril, se dio un desarrollo industrial descomunal que ayudó al desarrollo económico mundial (Hobsbawm, 1968).

Se considera que la aportación más importante de la segunda revolución industrial para con la economía mundial fue el desarrollo de la industria ferrocarrilera, puesto que fue el medio de transporte más importante que se utilizó, ya que en él se transportaban mercancías, personas e incluso animales, lo que facilitó la conexión comercial entre países. Hasta 1840 existían tan sólo 4,000 kilómetros (km) de vías para la circulación del ferrocarril, y ya para 1870 en Europa se superaron los 100,000 km y en EE. UU. los 70,000 km (Hobsbawm, 1968).

Además, la segunda revolución industrial reordenó la importancia de las economías a nivel global, pues ésta permitió que EE. UU., seguido de Alemania y de Japón se colocaran como potencia, por encima de Francia y en general, del Reino Unido. Aunado a lo anterior, se consolidó el nuevo modo de capitalismo, además de que se generó una fuerte tendencia hacia la hegemonía de los monopolios. También, debido al crecimiento industrial y la ampliación de mercados, las potencias industriales se comenzaron a inmiscuir en conflictos de disputas territoriales, lo que dio pie al surgimiento de la PGM (FitzGerald, 1998; Hobsbawm, 1968).

Durante la PGM la importancia económica de Europa, donde la potencia era Alemania, tuvo una fuerte caída debido al declive de su producción industrial en un 33% entre 1913 y 1920 (Aparicio, 2013).

Lo que dio paso a la consolidación de EE. UU. como potencia y fue el inicio de su hegemonía alimentaria con la cual repuntó su control mundial, puesto que los capitales mundiales se destinaron principalmente a la producción bélica, mientras que EE. UU.

conservó su sobreproducción agraria, dando paso a la exportación de cereales como trigo y harina de trigo, atendiendo con ello el desabasto alimentario que en esas fechas reinaba, esto causó que 72% de los países dependieran de los alimentos de dicho país. Su hegemonía sobre los países de Europa y Asia comenzó en declive hasta 1980, cuando los países comenzaron a diversificar su producción agroalimentaria, no obstante, aún continuaba dominando alimentariamente a países latinoamericanos y africanos principalmente. Fue hasta 2003 que comienza el declive de la hegemonía alimentaria estadounidense, gracias a la diversificación y exportación de productos alimentarios por parte de China, India y Rusia (Rubio, 2014).

La hegemonía y potencialización de la economía de EE. UU., les permitió destinar una gran cantidad de recursos al sector industrial, lo que permitió potencializar su desarrollo industrial, puesto que con el surgimiento de los vehículos motorizados y la exportación de estos se colocó como el principal proveedor vehicular a nivel global, además, con el surgimiento del fordismo en 1908 se cambian los paradigmas de producción industrial de dicha nación, es decir, la producción en cadena masificó las exportaciones del país y con ello creció aún más su potencial económico, recursos que más adelante le permitirían la creación de los *commodities* como medio de financiamiento agrario e industrial para otras economías, mismos que sirvieron para crear compromisos gracias a la deuda externa generada en los países principalmente latinoamericanos y del Reino Unido (Rubio, 2014).

La tercera revolución industrial se dio a mediados del siglo XX, la cual fue liderada por EE. UU., Japón y por la Unión Europea (UE), para esta no se conoce una fecha determinada de culminación, y tiene bases en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICS), así mismo, se considera que las participaciones más importantes fueron aquellas que tenían el enfoque hacia aquellas innovaciones enfocadas al uso o generación de energías renovables. Uno de los cambios más importantes de esta tercera revolución fue la creciente tendencia hacia la automatización de los procesos industriales, puesto que el enfoque de uso del internet, los medios de comunicación, y el aprovechamiento de las energías renovables dieron el enfoque hacia la maquinaria autosustentable, algo que también tuvo repercusiones en los niveles de desempleo. Así mismo, algunos de los materiales más utilizados en estos periodos fueron la fibra de vidrio, la nanotecnología, la fibra óptica, y más aún el internet (Castells, 2010).

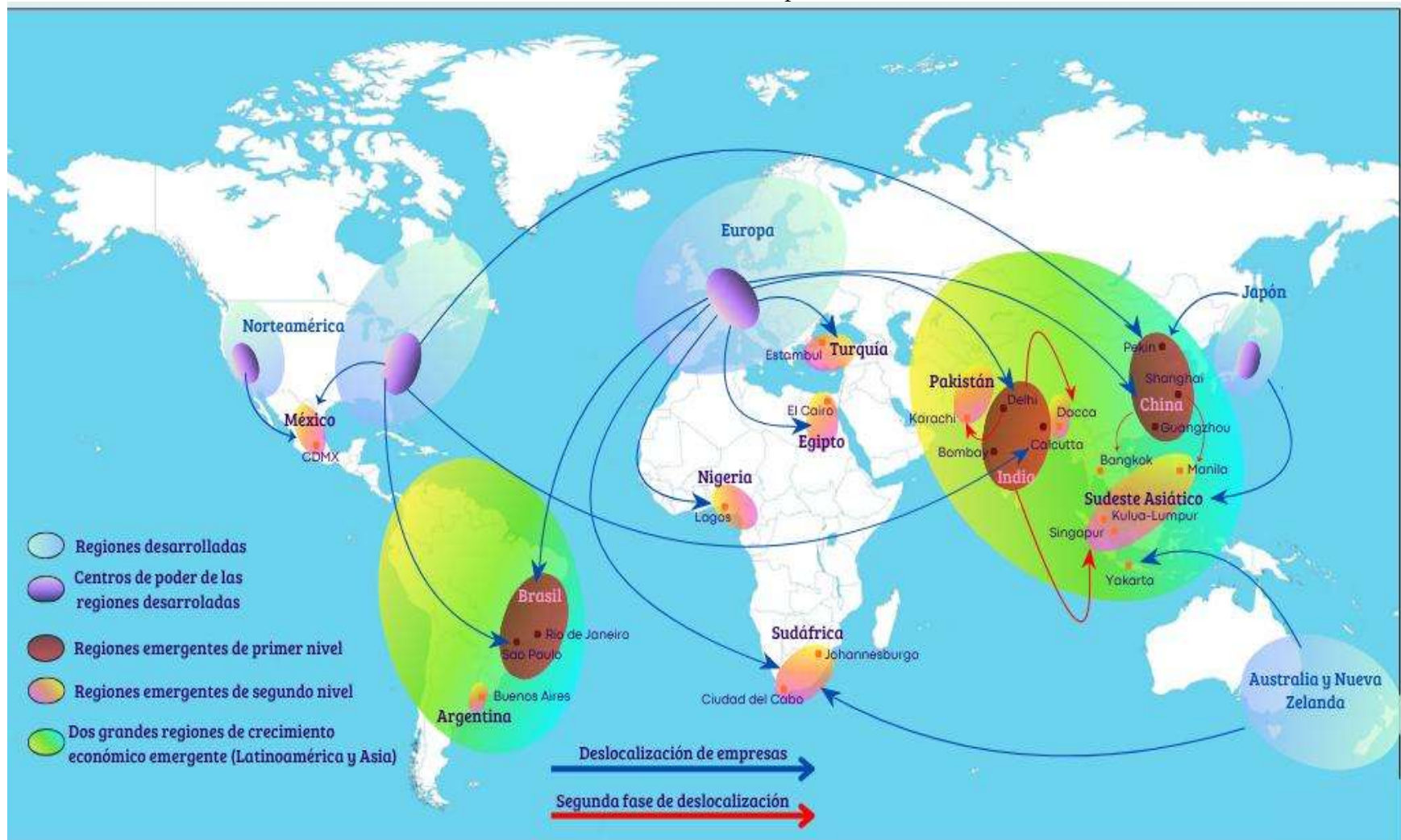
La cuarta revolución industrial surge en 2011 y se vincula directamente con la generación de desarrollo tecnológico e industrial a través de la organización de procesos y de los medios de producción en aras de cambios hacia las industrias inteligentes, es decir, la implementación de sistemas robóticos, ciber-físicos, el internet de las cosas, la conexión entre dispositivos, el “hágalo usted mismo” (también conocido en inglés como *cultura maker*), la industria 4.0 (también llamada ciber fábrica, industria inteligente o *Smart-industries* por su término en inglés) y la coordinación cooperativa de las unidades de producción de la economía. Una de las principales consecuencias que se prevén que incrementarán conforme avance esta revolución que actualmente se considera en proceso, es la alza en las tasas de desempleo, debido a la sustitución de mano de obra por maquinaria, así como la tendencia en aumento de contratación de mano de obra calificada, innovadora, creativa, ordenada y constante frente a la actual obsolescencia tecnológica acelerada (Aghion & Akcigit, 2015).

También la economía se verá afectada en torno a éste nuevo desarrollo industrial, puesto que se están generando cambios entorno a la alta digitalización, los cuales se derivan de la alta volatilidad geopolítica, la expansión del internet y el *cloud computing*, los macro datos (conocidos también por su término en inglés como *big data*), los avances en la computación, la economía colaborativa, la transición hacia las economías sustentables, y la flexibilidad del mercado laboral. Así mismo, se considera que podrían aparecer nuevas formas de energía para su aprovechamiento en la proliferación robótica y la automoción autónoma, así como para la mejora de ciberseguridad y los ciberataques (Aghion & Akcigit, 2015).

El Mapa 1 muestra los cambios geopolíticos derivados de la cuarta revolución industrial y los efectos de las anteriores, evidenciando una redistribución global de la industria marcada por la creciente deslocalización de empresas. Esta se origina en las economías desarrolladas y sus centros de poder, trasladando producción hacia regiones emergentes de primer y segundo nivel. A su vez, las primeras también actúan como emisoras en una segunda fase, concentrando empresas en las segundas debido a los bajos costos de manufactura, resultado de políticas públicas nacionales. De esta manera, se consolidan dos grandes regiones emergentes de desarrollo económico: América Latina (LATAM) y Asia.

Mapa 1.

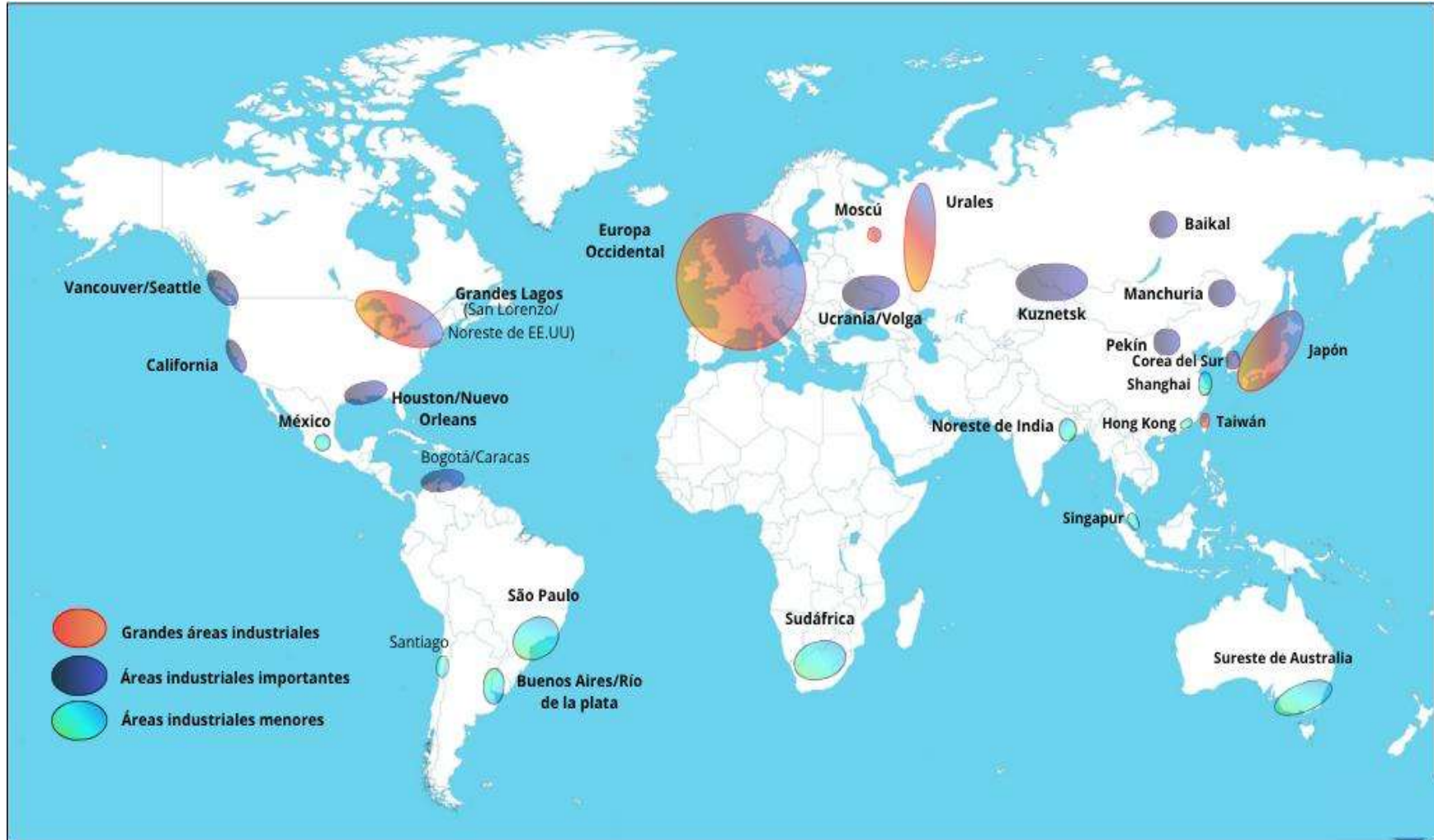
Cambios de las zonas industriales derivado de la deslocalización de las empresas



Fuente: Elaboración propia con base en Pérez (2013) .

Mapa 2.

Distribución de las áreas industriales en el mundo



Fuente: Elaboración propia con base en Webscolar (2013).

Por otro lado, el Mapa 2, expone por niveles categorizados que existen a nivel global zonas que destacan por su enfoque hacia el desarrollo industrial que, en su mayoría, pretenden consolidar un entorno a la globalización, es decir, buscan ser competentes a través de la generación de tecnología con características innovadoras e incluso en algunos casos sustentables, más aún con el enfoque de la agenda internacional para 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en donde se establecen los objetivos principalmente enfocados hacia el desarrollo sostenible (véase Ilustración 2), que para fines de la presente investigación, se realizará un enfoque principalmente hacia el objetivo 9 “Industria, innovación e infraestructura”.

Ilustración 2.

Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015).

El objetivo de desarrollo sostenible (ODS) 9 busca impulsar la innovación en sectores clave como la tecnología, la ciencia y la investigación, reconociendo su papel crucial en la resolución de desafíos globales y la creación de soluciones sostenibles para el desarrollo económico y social. Asimismo, promueve la construcción de infraestructuras modernas, sostenibles y resilientes en áreas como el transporte, la energía y el agua. Además, el objetivo apoya el papel fundamental de las pequeñas y medianas empresas en la generación de

empleo, el crecimiento económico y la innovación, promoviendo políticas que faciliten su desarrollo y acceso a financiamiento (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018).

Dicho objetivo, enfatiza la importancia de la colaboración internacional y la asociación público-privada en la implementación de proyectos de infraestructura y desarrollo industrial, movilizando recursos financieros y tecnológicos y promoviendo el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre países y organizaciones. Es por lo anterior que se puede considerar que el ODS 9 busca promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible mediante la promoción de la innovación, el desarrollo de infraestructuras resilientes y el apoyo a las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), todo ello facilitado por la cooperación internacional y la asociación entre diferentes actores (ONU, 2018).

En ese sentido, la presente investigación se sustenta principalmente en el ODS 9 "Industria, innovación e infraestructura", el cual busca promover un crecimiento económico sostenible e inclusivo, que fomente la innovación y construcción de infraestructuras resilientes. Lo anterior, a través de la promoción de industrias inclusivas y sostenibles, especialmente en los países en desarrollo. Esto implica aumentar el acceso a tecnologías limpias y eficientes, así como promover prácticas de producción y consumo responsables.

Así mismo, es clave la consideración del ODS 17 "Alianzas para lograr los objetivos", toda vez que los modelos de Hélice se vinculan con este porque ambos permiten fortalecer los medios de implementación y el fomento del desarrollo sostenible, además, este modelo promueve la colaboración entre academia, industria y gobierno, lo que resulta en un entorno más innovador y competitivo. Al integrar estos tres actores, se pueden desarrollar políticas públicas más efectivas y soluciones innovadoras a problemas sociales y económicos. Además, fortalece la capacidad de respuesta ante desafíos globales, como el cambio climático y la desigualdad, al promover la investigación y el desarrollo tecnológico (Macías *et al.*, 2015; Ponce & Guemes, 2008a; Zamora & Cruz, 2020).

II.2. Innovación y desarrollo en el mundo

Desde los inicios de las civilizaciones, la innovación ha desempeñado un papel crucial en el avance y la supervivencia humana. Las primeras comunidades agrícolas idearon herramientas y métodos que optimizaron la producción de alimentos, facilitando así el crecimiento poblacional y la creación de ciudades. Entre las innovaciones más destacadas de

este período se encuentran la rueda, la escritura y la metalurgia, avances que marcaron hitos en el desarrollo cultural y tecnológico de la humanidad.

La Revolución Industrial del siglo XVIII representó un punto de inflexión en la evolución de la innovación. Con la transformación de las economías agrarias hacia sistemas industriales, surgieron avances tecnológicos como la máquina de vapor y el telar mecánico, que revolucionaron los métodos de producción. Estos desarrollos no solo incrementaron significativamente la capacidad productiva, sino que también provocaron profundos cambios en las estructuras sociales y económicas, demostrando el poder de la innovación tecnológica para fomentar el crecimiento económico y transformar la sociedad en su conjunto (Usac, 2015).

Durante el siglo XX, la innovación experimentó un avance extraordinario que transformó diversos aspectos de la vida diaria y el desarrollo económico. La llegada de tecnologías como la electricidad, el automóvil y la aviación redefinió el transporte y las rutinas de las personas, marcando un hito en la modernización global. Más tarde, la invención del transistor y los progresos en informática establecieron los fundamentos para la era digital, revolucionando la forma en que interactuamos y trabajamos. En relación con este proceso de transformación Rojo, Padilla y Riojas (2019), señalan que dichos avances tecnológicos consolidaron la innovación como un elemento estratégico tanto para empresas como para países. Su impacto fue notable en áreas como la productividad, la competitividad y el bienestar social, demostrando su papel esencial en el desarrollo sostenible y en la mejora de la calidad de vida.

La innovación es ampliamente considerada como un pilar fundamental para impulsar el desarrollo económico y social en todo el mundo. Al implementar y aplicar nuevas ideas, procesos y productos, las comunidades logran avanzar en términos de competitividad, productividad y calidad de vida. La innovación no solo desempeña un papel crucial en el aumento de la productividad empresarial, sino que también contribuye significativamente a alcanzar metas de desarrollo sostenible, como abordar el cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria. Además, las disparidades en el nivel de desarrollo entre regiones pueden actuar como barreras para el intercambio de conocimiento a nivel internacional, enfatizando la necesidad de fortalecer la capacidad de los países en desarrollo para absorber conocimiento mediante inversiones estratégicas en educación, infraestructura y la

consolidación de instituciones (Guimón & Salazar, 2020; Macías *et al.*, 2015; Valdés & Martín, 2003).

Bajo el mismo contexto de la innovación, Proaño (2024), realizó un análisis exhaustivo en el que explora el vínculo entre la innovación y el crecimiento económico en naciones en vías de desarrollo, destacando que ciertos factores son fundamentales para impulsar ambos aspectos, entre ellos, se encuentran la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el refuerzo de habilidades tecnológicas y la promoción de la cooperación entre diferentes sectores (es decir a los modelos de vinculación de Hélices). De acuerdo con el estudio, estos elementos desempeñan un papel crucial en el fomento de la innovación y, como consecuencia, en el logro de un crecimiento económico sostenible y equitativo.

Por otra parte, en un estudio llevado a cabo por Jiménez y Sanz (2012), se concluyó que optar por una estrategia de innovación resulta más beneficioso para el éxito de nuevos productos, especialmente en contextos caracterizados por alta dinámica y turbulencia. En comparación, las estrategias basadas en la imitación tienden a mostrar menores resultados en estos escenarios. Complementando lo anterior, desde la perspectiva de la innovación y la tecnología, Valdés y Martín (2003), afirman que el avance tecnológico y la capacidad de innovación están condicionados por políticas estatales que propicien entornos favorables.

Entre estas políticas destacan los incentivos fiscales, como desgravaciones y subvenciones, y la implementación de infraestructura que facilite la interacción entre los sectores público y privado. Además, mencionan que fomentar la inversión en I+D se considera esencial para fortalecer tanto el desarrollo tecnológico como la colaboración intersectorial.

La innovación en las economías en desarrollo presenta retos particulares que requieren soluciones específicas, por lo que resulta esencial robustecer las capacidades tecnológicas propias de estas regiones y promover una colaboración efectiva entre los distintos sectores, con el propósito de alcanzar un crecimiento económico sostenible.

Asimismo, la inversión en educación y en programas de formación técnica desempeña un papel clave, ya que permite preparar a la fuerza laboral para enfrentar los desafíos asociados a la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de procesos innovadores. Lo anterior sin dejar de lado que las organizaciones que implementan estrategias innovadoras están mejor equipadas para adaptarse a las transformaciones del

mercado, lo que les permite reaccionar con mayor agilidad ante nuevos desafíos y oportunidades. Este enfoque no solo fortalece su capacidad de respuesta, sino que también impulsa su ventaja competitiva, posicionándolas favorablemente frente a sus competidores en entornos dinámicos y cambiantes (Correa *et al.*, 2019; Jiménez & Sanz, 2012; Proaño, 2024; Rojo *et al.*, 2019; Valdés & Martín, 2003).

Hacia finales del siglo XX e inicios del XXI, la innovación enfocó su desarrollo en los campos de la información y las tecnologías de la comunicación. La irrupción de Internet y las herramientas digitales revolucionó las dinámicas económicas, marcando el comienzo de la llamada "sociedad del conocimiento" (Vega, 2012).

La innovación sigue un camino dinámico y no lineal, alimentándose de diversas fuentes y adaptándose continuamente. Las tecnologías, en su proceso de adopción, suelen experimentar cambios incrementales que las perfeccionan y ajustan a las necesidades del entorno. Además, las nuevas tecnologías suelen surgir en grupos integrados por múltiples componentes complementarios, lo que resalta el carácter interconectado y multifacético de los avances tecnológicos. Este enfoque evolutivo enfatiza la complejidad inherente y la naturaleza cambiante de los procesos de innovación (Peña, 2003).

En LATAM, el interés por la ciencia y la tecnología adquirió mayor relevancia tras la Segunda Guerra Mundial (SGM). Entre las décadas de 1950 y 1980 se crearon diversas entidades estatales con el objetivo de impulsar la investigación y el desarrollo en la región. Sin embargo, estas iniciativas se vieron afectadas por una serie de desafíos, principalmente debido a las fluctuaciones políticas y económicas que marcaron el contexto regional durante ese período (Vega, 2012).

En el siglo XXI, la innovación enfrenta retos y posibilidades únicas, impulsadas por fenómenos globales como la globalización, el cambio climático y las crisis económicas. Estos desafíos exigen la implementación de estrategias innovadoras que favorezcan un desarrollo sostenible, donde destacan las capacidades de innovación que son cruciales en las nuevas modalidades de gestión fundamentadas en ciencia, tecnología e innovación, aunado a la relevancia del conocimiento y la creatividad como pilares esenciales para garantizar la sostenibilidad de los procesos innovadores en un mundo en constante evolución (Pulido, 2006).

II.3. Foro de Cooperación Económica Asia - Pacífico (APEC)

APEC es un foro económico regional establecido en 1989 con el objetivo de promover la prosperidad en la región Asia-Pacífico mediante el impulso del crecimiento económico equilibrado, inclusivo, sostenible, innovador y seguro, y la aceleración de la integración económica regional (Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico [APEC], 2023a).

Conforme con lo planteado en la página oficial de APEC (2021), el objetivo principal del foro es apoyar el crecimiento económico sostenible y la prosperidad en la región de Asia y el Pacífico. Se menciona que unen su impulso en busca de construir una comunidad dinámica y armoniosa en la región, defendiendo la inversión y el comercio libres y abiertos, dando promoción a la integración económica regional, facilitando un entorno empresarial favorable y sostenible, y fomentando la cooperación técnica y económica, lo cual se busca lograr a través de iniciativas que convierten los objetivos políticos en resultados concretos y los acuerdos en beneficios tangibles.

II.3.1. Historia y evolución de APEC

APEC fue concebida en respuesta a la creciente interdependencia económica de las economías de Asia-Pacífico, es decir, surgió como respuesta a una necesidad de estrategia comercial para hacer frente a la globalización. La idea fue propuesta públicamente por el entonces primer ministro de Australia, Bob Hawke, durante un discurso en Seúl, Corea, el 31 de enero de 1989. Diez meses después, en noviembre de 1989, representantes de 12 economías de la región se reunieron en Canberra, Australia, para establecer APEC (APEC, 2022b).

Los miembros fundadores de APEC fueron: Australia, Brunei Darussalam, Canadá, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur, Tailandia y EE. UU. Desde su creación, APEC ha crecido hasta incluir 21 economías miembros, que representan aproximadamente el 62% del PIB mundial y el 48% del comercio mundial en 2021 (APEC, 2023b).

II.3.2. Economías miembros de APEC

Al terminar la SGM, EE. UU. comienza con una hegemonía tecnológica, económica y militar, a quien durante ya casi ochenta años nadie ha podido quitar el título de potencia, no

obstante, gracias a los cambios estructurales económicos de potenciaron el crecimiento económico acelerado de Asia, lo que favoreció el desarrollo industrial de sus países (Salazar & Seoane, 2019).

El primer país asiático en mantener un crecimiento sostenido del Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), fue Japón, lo que se dio gracias a sus políticas de crecimiento y su modernización. Bajo la misma tesitura le siguieron Corea del Sur, Taiwán y Singapur, y después siguieron sus mismos pasos Vietnam, Camboya, Malasia, entre otros (Salazar & Seoane, 2019).

El país asiático que removi6 de la delantera (hablando en términos de desarrollo) a Japón, fue China, país que tuvo un incremento del su PIB de casi 10% anual durante 4 décadas seguidas, lo que colocó a dicho país como una de las principales potencias alcanzando casi a la primer potencia EE. UU. (Salazar & Seoane, 2019).

La estrategia que siguieron los países de Asia para alcanzar altos niveles de desarrollo implicaron más que estrategias locales, puesto que se debe en gran parte a la implementación de políticas públicas, dinámicas de mercado e intervención del sector privado a nivel macro, es decir, la interacción comercial e industrial no se daba en un solo país, sino que se implementaban estrategias colaborativas entre los países de Asia Oriental, así mismo, influyó en gran medida el cambio de dinámicas socio-estatales, así como la cultura de los empleados de los países de dicha región, puesto que estos se caracterizan por su alta disciplina, responsabilidad, capacidad de aprendizaje, innovación y motivación al trabajo (Salazar & Seoane, 2019).

La cultura de los empleados ha sido uno de los grandes elementos clave en la potencialización de los países asiáticos, puesto que, en el mismo sentido que los párrafos anteriores y continuando con lo propuesto por Seoane y Salazar (2019), existe una gran población de chinos distribuidos en estos países, lo que les ha permitido potencializar el emprendimiento, la innovación y la tecnología industrial que gestionan y desarrollan.

Posteriormente se comenzaron a consolidar econ6micamente los países asiáticos, ante las necesidades comerciales y de crecimiento, y como estrategia para hacer frente a la hegemonía de EE. UU., se creó APEC, el cual se conformó en una reunión en Canberra a finales de 1989, iniciando con 12 países de Asia y del Pacífico, los cuales fueron: Australia, Brunéi Darussalam, Indonesia, Japón, Corea, Malasia, Nueva Zelanda, Filipinas, Singapur,

Tailandia, Canadá y EE. UU., para que posteriormente en 1991 se unieran China, Hong Kong, y el Taipéi Chino. Posteriormente en 1993 se unen Papúa Nueva Guinea y México. En 1994 se unió Chile. En 1998 se unieron Rusia, Perú y Vietnam (véase Tabla 1), siendo de dicha forma como se unen los 21 países que actualmente lo conforman (véase Mapa 3).

Tabla 1.

Economías y año en que se unieron los conformantes del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)

Economía	Año de incorporación a APEC
1. Australia	1989
2. Brunei Darussalam	1989
3. Canadá	1989
4. Chile	1994
5. China	1991
6. Hong Kong, China	1991
7. Indonesia	1989
8. Japón	1989
9. Corea	1989
10. Malasia	1989
11. México	1993
12. Nueva Zelanda	1989
13. Papúa Nueva Guinea	1993
14. Perú	1998
15. Filipinas	1989
16. Rusia	1998
17. Singapur	1989
18. Taipéi Chino	1991
19. Tailandia	1989
20. Estados Unidos	1989
21. Vietnam	1998

Fuente: Elaboración propia con base en (APEC, 2023a)

Mapa 3.

Mapa de clasificación de las economías que conforman el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)



Fuente: Elaboración propia con base en APEC (2022) y Fondo Monetario Internacional [FMI] (2023).

Para fines estratégicos de la presente investigación, el análisis de las economías pertenecientes a APEC se puede dar desde el contexto de las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo, lo anterior con base en la clasificación propuesta por el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2023), para lo cual se puede observar en el Mapa 3 la distribución geográfica de dichas economías y su clasificación utilizando colorimetría, donde las economías señaladas en color rojo son aquellas que se consideran más desarrolladas, y por otra parte, se encuentran señaladas en color verde aquellas que se consideran economías en desarrollo.

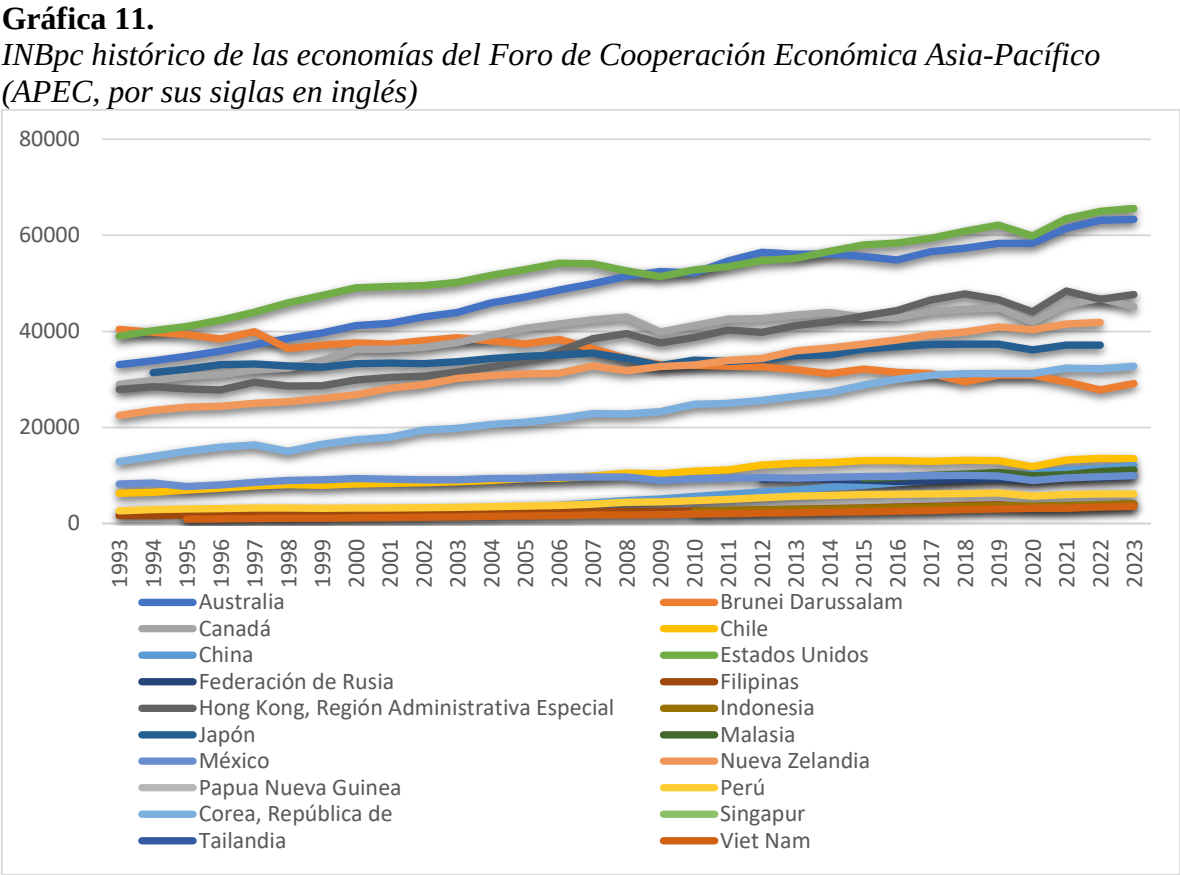
II.3.3. Comportamiento histórico del Ingreso Nacional Bruto per cápita, de las economías miembros de APEC

Para la elaboración de la presente investigación, se emplea una clasificación de las economías de acuerdo a su nivel de desarrollo, clasificándolos en “economías más desarrolladas” y “economías en desarrollo”, dicha clasificación es clave para la organización y análisis de los datos de panel, así mismo se empleará un panel con las veinte economías contempladas (descartando a Taiwán debido a su escasez de información).

Para la clasificación se utilizará como base la clasificación propuesta por el FMI (2023), así mismo, en el presente apartado se presenta un análisis del histórico de Ingreso Nacional Bruto per cápita (INBpc) de cada economía, en vista de que la clasificación propuesta por el Banco Mundial (BM *et al.*, 2023) únicamente clasifica su nivel de ingreso, sin embargo, no proporciona una clasificación específica como sí lo hace el FMI, aunado a que por la naturaleza de la investigación misma, resulta más útil la última clasificación mencionada. No obstante, el análisis del comportamiento del INBpc, que es la base de su clasificación del BM, sirve a manera de sustento y refuerzo del uso de dicha división de análisis.

Con base en información postulada por BM (2024e) el INBpc es el Ingreso Nacional Bruto (INB) dividido por la población a mitad de año. El INB (anteriormente Producto Nacional Bruto o PNB por sus siglas), el cual representa la suma del valor agregado de todos los productores residentes más cualquier impuesto sobre los productos (menos subsidios) no incluido en la valoración de la producción más los ingresos netos de ingresos primarios (compensación de los empleados e ingresos de la propiedad) del exterior, así mismo, cabe

mencionar que los datos se presentan en dólares estadounidenses (USD) constantes de 2015. Tomando en cuenta esta información, se presenta en la Gráfica 11 el comportamiento histórico del INBpc de cada economía.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024e).

En la Gráfica 11 se constata la disparidad económica entre las economías pertenecientes a APEC, de las cuales algunas han tenido un comportamiento significativamente creciente a lo largo del tiempo, como puede observarse con EE. UU., Australia y Hong Kong, por mencionar algunos; algunos otros han presentado inestabilidad como puede observarse con Brunei Darussalam, Japón y México, y finalmente, algunas economías se han mantenido en rezago en comparación con el resto, y sin cambios significativos como lo son Filipinas, Indonesia y Vietnam.

Este análisis histórico del INBpc permite observar el comportamiento de los ingresos de cada economía en contraste con la clasificación de desarrollo propuesta por el FMI (2023),

donde se les considera economías desarrolladas a Australia, Canadá, EE. UU., Japón, Corea, Nueva Zelanda, Singapur y Hong Kong, mientras que considera economías en desarrollo a China, Papúa Nueva Guinea, Filipinas, Indonesia, Vietnam, Malasia, Tailandia, Brunei Darussalam, Perú, Chile, México y Rusia. Esta tipología ofrece una primera aproximación a la heterogeneidad del foro, al distinguir entre países con alta capacidad productiva y aquellos que aún enfrentan rezagos en innovación y competitividad.

No obstante, al contrastar esta clasificación con la propuesta del BM, basada en el nivel de INBpc, se obtiene una visión más matizada y dinámica. La Gráfica 11 muestra cómo las economías avanzadas mantienen niveles de ingreso per cápita consistentemente altos, mientras que las economías emergentes exhiben trayectorias más volátiles y, en algunos casos, estancadas. Por ejemplo, mientras EE. UU., Japón y Corea del Sur se ubican en la categoría de ingresos altos, países como México y Perú se clasifican en ingresos medios-altos, y otros como Filipinas o Vietnam permanecen en ingresos medios-bajos.

Las anteriores perspectivas resultan esenciales para este estudio puesto que, el FMI proporciona la visión estructural y jerárquica del bloque, mientras que el BM refuerza el análisis con indicadores dinámicos que capturan la heterogeneidad interna. Esta doble aproximación permite vincular la diversidad de APEC con la pertinencia del modelo de la Triple Hélice, mostrando cómo las diferencias en ingreso y desarrollo condicionan la capacidad de los actores institucionales para articular procesos de innovación y desarrollo industrial.

El análisis histórico del INBpc y su contraste con las clasificaciones internacionales refuerzan la necesidad de considerar la diversidad estructural de APEC como un elemento central en la investigación. La coexistencia de economías altamente desarrolladas con otras en proceso de consolidación evidencia que los resultados del modelo de la Triple Hélice no pueden ser homogéneos, sino que dependen de las condiciones específicas de cada país. Este hallazgo justifica la adopción de un enfoque comparativo y multidimensional, que permita evaluar de manera diferenciada el impacto de la articulación institucional en el desarrollo industrial del bloque.

II.3.5. Cambios desde la incorporación de las economías miembros

Desde su incorporación a APEC, las economías miembros han experimentado transformaciones significativas:

Crecimiento Económico: La región de APEC ha sido un motor dinámico de crecimiento económico. Entre 1989 y 2012, el PIB real de la región se duplicó, pasando de 15 billones de USD a 30 billones de USD. Este crecimiento ha elevado los ingresos per cápita y ha sacado a millones de personas de la pobreza (APEC, 2014).

Integración Comercial: El comercio total de la región de APEC aumentó más de seis veces entre 1989 y 2012, superando al resto del mundo, con dos tercios de este comercio ocurriendo entre las economías miembros (APEC, 2014).

Reducción de Barreras Comerciales: APEC ha trabajado para reducir las barreras al comercio y la inversión, promoviendo un entorno más abierto y competitivo. Esto ha facilitado el flujo de bienes, servicios y capital en la región (APEC, 2023b).

Cooperación en Innovación y Digitalización: APEC ha reconocido la importancia de la transformación digital y la innovación como impulsores clave del crecimiento económico. Se han implementado políticas para promover la digitalización, reducir la brecha digital y fortalecer la confianza en las transacciones digitales (APEC, 2024).

II.3.6. Compromisos recientes y futuro de APEC

En la Declaración de Machu Picchu de 2024, los líderes de APEC reafirmaron su compromiso con la visión de APEC Putrajaya 2040, que busca una comunidad Asia-Pacífico abierta, dinámica, resiliente y pacífica para 2040. Se enfatizó la importancia de la cooperación multilateral efectiva en áreas como el comercio, la inversión, el medio ambiente, la seguridad alimentaria y energética. Además, se reconoció la necesidad de promover la igualdad de género, empoderar a las mujeres y niñas, y abordar las barreras estructurales que enfrentan para lograr su potencial económico. La declaración también destacó la importancia de la transformación digital y la innovación como motores del crecimiento económico sostenible e inclusivo (APEC, 2024).

Es por todo lo anteriormente mencionado que se puede considerar que APEC ha desempeñado un papel fundamental en la promoción del crecimiento económico y la integración regional en Asia-Pacífico. A través de sus iniciativas y compromisos, ha facilitado la cooperación entre economías diversas, contribuyendo a la prosperidad compartida y al desarrollo sostenible de la región.

II.4. Desarrollo industrial en APEC

El APEC ha desempeñado un papel clave en el impulso del desarrollo industrial en la región Asia-Pacífico. Mediante iniciativas que promueven el comercio, incentivan la inversión y fortalecen la cooperación económica, APEC ha impactado significativamente las políticas industriales de sus países miembros. Estas acciones han contribuido a fomentar el crecimiento económico y la integración de estas economías en el ámbito global, consolidando su participación en los mercados internacionales (APEC, 2022b; Ninh, 2023).

Las políticas industriales dentro de APEC han ido evolucionando para responder a los cambios en la economía global. Según un análisis de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), entre 1950 y 2010, los "dragones asiáticos" (Corea del Sur y Taiwán) implementaron políticas macroeconómicas y estrategias industriales que han demostrado ser altamente efectivas. Estas acciones podrían ser tomadas como referencia para otras naciones dentro del marco de APEC debido a su impacto positivo en el desarrollo económico sostenible (Torija, 2012).

Por otra parte, en países como Perú se considera que las políticas de APEC sobre la propiedad industrial y las inversiones privadas en su sector han generado estrategias que han influido en la configuración del entorno económico peruano, ofreciendo una perspectiva clara sobre su impacto en el desarrollo industrial local (Moscoso *et al.*, 2024).

La incorporación de tecnologías emergentes resulta fundamental para impulsar el desarrollo industrial dentro de APEC. Así mismo, las capacidades innovadoras juegan un papel trascendental en la gestión moderna, la cual está respaldada por avances en ciencia, tecnología e innovación, destacando que el conocimiento y la creatividad son factores esenciales para garantizar la sostenibilidad y la eficacia de los procesos industriales en un entorno global cada vez más competitivo y dinámico (Delfin *et al.*, 2023).

Aunado a lo anterior, el comercio electrónico se ha consolidado como un elemento esencial para el desarrollo industrial en la región APEC, la competitividad en este sector depende de manera significativa de la infraestructura digital y la adopción tecnológica. Estos factores no solo potencian la eficiencia y el alcance de las economías en APEC, sino que también actúan como impulsores clave para garantizar su desempeño exitoso en un entorno global cada vez más digitalizado y competitivo (Zamora & Gómez, 2024).

El desarrollo industrial ha desempeñado un papel esencial en la transformación económica de las economías miembros de APEC. A lo largo del tiempo, estas naciones han evolucionado desde estructuras agrarias hacia sistemas industrializados y, más recientemente, hacia economías centradas en el conocimiento y la innovación tecnológica.

En el caso de Asia-Pacífico, la industrialización cobró gran relevancia en Japón a principios del siglo XX, marcando el inicio de una era de progreso sostenido. Las políticas de liberalización comercial y promoción de inversiones han sido determinantes para el desarrollo industrial en las economías miembros de APEC, lo que ha potenciado el comercio y mejorado la conectividad regional. Además, estas políticas han fortalecido la seguridad jurídica en la propiedad industrial y han incrementado la inversión privada en el sector manufacturero peruano, impulsando el crecimiento económico (Moscoso *et al.*, 2024).

II.5. Innovación y desarrollo en APEC

El modelo de Triple Hélice, propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1995), describe la interacción entre universidad, industria y gobierno para promover la innovación y el desarrollo económico. Este enfoque ha sido fundamental en las economías más importantes de APEC entre 1993 y 2024.

APEC, establecido en 1989, es el principal foro económico de Asia-Pacífico, con el objetivo de promover un crecimiento económico equilibrado, inclusivo, sostenible, innovador y seguro, acelerando la integración económica regional (Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales, 2024).

Las economías miembros de APEC han experimentado transformaciones significativas en términos 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 (Moreno *et al.*, 2021)

En 1993, EE. UU. llevó a cabo la primera reunión de los líderes de APEC en Blake Island (Seattle) con el fin de promover la liberalización del comercio y la cooperación, y un compromiso al más alto nivel. Asimismo, se buscó desarrollar un espíritu de comunidad en la región y promover el crecimiento sostenible y desarrollo equitativo (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007)

En 2023, los líderes de APEC se comprometieron a promover un entorno de comercio e inversión libre, abierto, transparente e inclusivo; mantener los mercados abiertos y abordar los fallos de la cadena de suministro. APEC continuará respaldando el sistema de comercio multilateral basado en normas, con la Organización Mundial del Comercio (OMC) como eje (Ninh, 2023).

II.6. Modelos de Hélice en el mundo

Desde principios del siglo XX con la llegada de la segunda revolución industrial, las potencias buscaron estrategias para hacer frente a la globalización, es decir, buscaron nuevas formas de producir tecnología e innovación, es por ello que, bajo la necesidad de mantener su competitividad global, surgen los modelos de Hélices, que encabezaban Öresund, Copenhague, y Sienna a través del fortalecimiento de relaciones universidad-industria y gobierno-industria (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000).

Las primeras aplicaciones de vinculación se dio en el sentido de dos Hélices, en las que la vinculación sólo se realizaba entre dos esferas, no obstante, las necesidades de generar innovación llevaron a los países a implementar la Triple Hélice, donde la vinculación entre universidad, empresa y academia se hizo más interactiva, no obstante, algo que ha caracterizado a países de LATAM, la Unión Soviética y a EE. UU. ha sido el trabajo individualista, es decir, se utiliza el modelo *laissez faire*, en el cual el trabajo se da de manera dividida, y más allá de existir un trabajo en equipo, se realiza una división del trabajo (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Uno de los mayores casos de Triple Hélice a nivel global es el caso de Silicon Valley, una región ubicada al norte de California en EE. UU., que se caracteriza por las empresas tecnológicas con enfoque innovador, en donde se comenzó con la aplicación del modelo de Triple Hélice, no obstante, una vez consolidada la región se adhirió una Hélice más al modelo de trabajo, es decir, se comenzó a contemplar a la sociedad en los modelos de trabajo, en el cual participan actores sociales importantes que participan en la toma de decisiones en la región, así como en la vinculación, comunicación y principalmente la retroalimentación en busca de que los proyectos que se generen contemplen un beneficio social (Allgaier, 2018).

En la India se encuentra la ciudad de Bangalore, la cual tiene una población superior a los 5.7 millones de habitantes, es considerada como el Silicon Valley de la India, puesto

que aquí se posicionaron a finales del siglo XX empresas como *Microsoft*, *International Business Machines Corporation (IBM, por sus siglas en inglés)* y *Hewlett-Packard Company (HP, por sus siglas en inglés)*, mismos que fomentaron la atracción de Inversión Extranjera Directa (IED), puesto que el 50% de la tecnología de *software* que exporta el país es diseñada en esta ciudad, colocándose con ello en el cuarto polo de tecnologías de la información a nivel mundial, mismo lugar donde se sitúan la mitad de las empresas indias de biotecnología, aunado a que se considera el mayor lugar de *start-ups* que tiene la India (Allgaier, 2018; Pastor, 2012).

En la ciudad de Barcelona existen tres grandes áreas que generan crecimiento económico basado en la innovación, creatividad, y en la economía del conocimiento. La primera es el área del Besos que conforma el distrito de la innovación y la creatividad de Barcelona, el segundo es el Vallés Occidentales en el cual se sitúa el Parque de Alba, que es un clúster de investigación y tecnología, y el tercera es el área de Llobregat en el cual se sitúa el Parque Aeroespacial y de la Movilidad, las cuales conforman un polo económico y de innovación, donde, de la mano con el gobierno de Barcelona y de Catalunya, promueven 6 millones de metros cuadrados de áreas destinadas a actividades económicas de alto valor añadido y se prevé que tiene el potencial de generar hasta 200 mil nuevos empleos (Pastor, 2012).

Por otra parte, existe el club Málaga Valley e-27, el cual se fundó por un grupo de presidentes empresarios de telecomunicaciones con la finalidad de diseñar políticas y líneas de acción para potencializar la industria tecnológica de Málaga, España. A través de encuentros como el *Málaga Media Happening* buscan generar acercamiento entre empresas tradicionales del sector audiovisual con las empresas del ramo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Allgaier, 2018; Pastor, 2012)

Algunas de las empresas que participan en el Málaga Valley son *IBM*, *HP*, *France Télécom*, *Yahoo!*, *Alcatel*, *Telefónica*, *Nokia*, *Ono*, *PRISA*, *Vodafone*, *Vocento*, aunado a la participación de instituciones y empresas locales como la Universidad de Málaga y Unicaja, cabe mencionar que el nombre se toma de *Silicon Valley*, por su parecido creativo e innovador (Etzkowitz & Leydesdorff, 1995).

Otro de los lugares de innovación y tecnología más grandes de Europa es el clúster *Tech City* que se ubica en Shoreditch y Old Street en el este de Inglaterra, y abarca hasta el

Parque Olímpico de Stratford, el cual se caracteriza por las oportunidades brindadas a empresas de carácter innovador, de origen digital, tecnológico y con altos niveles de creatividad, sin importar el tamaño de la misma, su principal finalidad es el impulso de la inversión a través de la transferencia del conocimiento, el apoyo práctico así como la conformación de redes de asesoramiento entre empresarios y emprendedores (Gutiérrez *et al.*, 2022; Kostina & Kostin, 2024).

Uno de los parques tecnológicos más importantes a nivel global es el Zhongguancun, el cual es mejor conocido como el Silicon Valley Chino, ubicado al noreste de Pekín, es el área que más destaca de China gracias a su alto nivel de investigación, innovación y desarrollo, puesto que el gobierno chino apoyó el proyecto desde 1988 como principal exponente de la reforma económica implementada en dicho año, además de ser uno de los mayores exponentes de los modelos de Hélices, puesto que una de las claves para el alto desarrollo de innovación en la región es gracias a la participación de las universidades de Beijing y de Tsinghua (Cai, 2014; Lu, 2023; Ministerio de Ciencia y Tecnología de China., 2021; Pastor, 2012; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

Zhongguancun se convirtió en poco tiempo en el principal generador de proyectos y tecnología de la región, lo anterior se debe a que dicho recinto alberga alrededor de 20 mil empresas de investigación, mismas que en 2008 generaron ingresos por 146 millones de USD en ingresos conjuntos, así mismo, han mantenido tasas de crecimiento anual de 30%, cifras que buscaban alcanzar para 2010, no obstante, lo lograron dos años antes de lo planeado (Cai, 2014; Lu, 2023; Wonglimpiyarat & Khaemasunun, 2015).

II.7. La Triple Hélice y la vinculación en las economías de APEC

El modelo de la Triple Hélice, propuesto por Etzkowitz & Leydesdorff (1995), describe la interacción entre universidad, industria y gobierno como motor de la innovación y el desarrollo económico. Este enfoque ha sido adoptado por diversas economías de APEC para fomentar la colaboración intersectorial y potenciar sus capacidades innovadoras.

Desde su incorporación a APEC en 1993, México ha experimentado transformaciones significativas en innovación, industrialización, economía y desarrollo humano, impulsadas por la adopción del modelo de la Triple Hélice. La colaboración entre empresas, gobierno y academia ha sido fundamental para orientar la innovación hacia las

necesidades de la población, asegurando un enfoque integral y efectivo. 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 (Moreno *et al.*, 2021)

En EE. UU., la implementación del modelo de la Triple Hélice ha sido evidente en la promoción de la innovación y el emprendimiento. La colaboración entre universidades, industrias y el gobierno ha facilitado la transferencia de tecnología y la creación de empresas derivadas de la investigación académica, contribuyendo al desarrollo económico y tecnológico del país (Departamento de Estado de los Estados Unidos, 2024)

En Chile, la participación en APEC ha impulsado la adopción del modelo de la Triple Hélice para intensificar el sentimiento de comunidad Asia-Pacífico y reducir las diferencias entre las economías de la región mediante una senda de crecimiento sostenible. La colaboración entre universidad, industria y gobierno ha sido clave para promover el libre comercio y la inversión, acelerando la integración económica regional y fomentando la cooperación económica y técnica (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007).

El modelo de Triple Hélice ha sido una herramienta clave para la formulación de políticas públicas en las economías de APEC, analizando las relaciones entre la universidad, la industria y el gobierno. Este modelo ha sido funcional para el análisis de los procesos de innovación y como orientación para las políticas de innovación, así mismo, la interacción entre actores ha generado instituciones intermediarias, como oficinas de transferencia de tecnología y parques científicos, los cuales facilitan la transferencia de conocimiento y fomentan la innovación en las economías de APEC (González, 2009).

Con el tiempo, el modelo de la Triple Hélice ha evolucionado hacia configuraciones más inclusivas, como la Cuádruple y la Quinta Hélice, incorporando a la sociedad civil y al medio ambiente como actores clave en los procesos de innovación. Esta evolución refleja la necesidad de abordar desafíos más complejos y de promover un desarrollo sostenible en las economías de APEC (Araya *et al.*, 2021)

No obstante lo anterior, puede considerarse que la adopción del modelo de la Triple Hélice en las economías de APEC ha sido fundamental para promover la innovación y el desarrollo económico, toda vez que la colaboración entre universidad, industria y gobierno ha permitido a estas economías enfrentar desafíos contemporáneos y adaptarse a las

dinámicas del mercado global que impulsan el crecimiento sostenible y equitativo en la región de Asia-Pacífico, ha facilitado la creación de políticas y estructuras. Aunado a ello, el modelo de Triple Hélice ha desempeñado un papel fundamental en la promoción de la innovación y el desarrollo económico en las principales economías de APEC entre 1993 y 2024.

En las economías de APEC, el modelo de Triple Hélice ha evolucionado para responder a las dinámicas locales y globales, promoviendo el crecimiento económico a través de la vinculación estratégica de entre actores, cuya vinculación ha sido impulsada mediante políticas y programas que favorecen la transferencia tecnológica, la formación de capital humano y la innovación colaborativa, para lo cual se presentan a continuación algunos casos.

En EE. UU. la colaboración ha sido fundamental en la creación de clústeres de innovación tecnológica, particularmente en Silicon Valley, donde universidades como Stanford han sido catalizadoras de la transferencia de conocimiento hacia startups y grandes empresas tecnológicas. Esta dinámica ha sido reforzada por políticas gubernamentales que incentivan la investigación aplicada y el emprendimiento (Departamento de Estado de los Estados Unidos, 2024).

En China, el modelo de la Triple Hélice se ha integrado en las estrategias de desarrollo nacional, como el plan "Made in China 2025", que fomenta la colaboración entre universidades y empresas para desarrollar tecnologías avanzadas, siendo el gobierno quien funge como mediador e inversor (Ministerio de Ciencia y Tecnología de China., 2021).

En Chile, la incorporación de políticas que fomentan la transferencia tecnológica ha facilitado la vinculación de universidades con sectores estratégicos como la minería y la agroindustria. A través de iniciativas de APEC, el país ha potenciado la innovación colaborativa (Servicio Nacional de Aduanas de Chile., 2007).

El desarrollo de las economías de APEC no se debe sólo a su dirección gubernamental, gran parte del desarrollo se atribuye a la participación activa del sector académico, empresarial e incluso de grupos de interés pertenecientes a las comunidades que están inmersas en los proyectos, es decir, a través de la aplicación de la Triple Hélice e incluso de Cuádruple Hélice, lo cual se logra a través de asociaciones que permiten el logro de objetivos, el aprovechamiento de conocimientos y experiencias en busca de fortalecer la calidad del trabajo y, con apertura, transparencia y una amplia asociación que busca

contemplar las diferentes perspectivas de las comunidades en busca de ofrecer comprensión y apoyo al cumplimiento de los objetivos de la región (APEC, 2021).

La intervención por parte de las empresas en la Cuádruple Hélice utilizada en las economías de APEC se da en el sentido de buscar impulsar el crecimiento económico en todos los niveles de los procesos de los proyectos, para lo cual el foro APEC creó el Consejo Asesor Empresarial de APEC (ABAC), el cual se conforma hasta por tres representantes empresariales de alto nivel de cada una de las economía que conforman el foro, mismos que realizan reuniones cuatro veces por año para presentar retroalimentación de mejora del entorno empresarial y de la inversión inmersa, así mismo, se comparten opiniones acerca de las necesidades prioritarias de la región (APEC, 2021).

El ABAC también está conformado por un representante que asesora a los funcionarios en las reuniones ministeriales sectoriales, acerca de las necesidades, prioridades, contingencias y preocupaciones de los empresarios de APEC. Es también importante mencionar que se crean y fomentan grupos de trabajo y grupos de expertos en temáticas de la región en busca de que se aporte información valiosa al trabajo empresarial de la región sobre diversas áreas (APEC, 2021).

El foro APEC creó el Consorcio de Centros de Estudios de APEC (ASC), el cual busca involucrar activamente a las instituciones académicas y de investigación en los procesos que se llevan a cabo en la región, principalmente a través del fomento de intercambios intelectuales y culturales de la región, además ayuda con la realización de investigación científica, interdisciplinaria y colaborativa con un enfoque hacia el cumplimiento de las políticas de la región. El ASC está conformado por cerca de cien participantes entre centros de investigación, centros de excelencia académica y universidades, quienes participan a través de reuniones, seminarios y otras actividades de participación que aportan principalmente conocimiento a las actividades de la (APEC, 2021).

La sociedad también es parte crucial en la Cuádruple Hélice que se implementa en AEPC, es por ello que el foro busca la integración de las comunidades principalmente fomentando la participación e inclusión de las mujeres, para lo cual se creó la “alianza para políticas sobre la mujer y la economía”, la cual se integra por representantes gubernamentales de cada uno de los 21 países que conforman del APEC, y participan a través de capacitaciones en análisis basadas en el género, las cuales se dan a los funcionarios del foro, lo que sirve

como recurso informativo y de asesoría para la integración de la perspectiva de género en los proyectos y actividades de la región (APEC, 2021).

II.8. La participación de México en APEC

El resultado de la creación de APEC ha sido benéfico para la economía de la región, puesto que en 1989 que se creó el foro la tasa arancelaria promedio de la región era de un 17%, y para el año 2009 decreció hasta un 6.2%. La participación de México se ha dado con una apertura al comercio a través de reformas y tratados que lo colocaron como un detonador de las cadenas globales de suministro (Muñoz, 2002).

La adición de México a la APEC en 1993 se dio con la finalidad de fomentar un aumento en los vínculos comerciales con Asia-Pacífico en busca de una mayor presencia económica, ese mismo año las exportaciones hacia EE. UU. se incrementaron seis veces, es decir, pasó de 43 mil de millones de dólares (MMD) a 238 MMD, mientras que las importaciones de origen asiático incrementaron trece veces, es decir, pasó de 7.4 MMD a 96 MMD (Muñoz, 2002).

II.9. Análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años

El análisis prospectivo de la economía mexicana para los próximos años ofrece una visión estratégica sobre los factores que influirán en su desarrollo y crecimiento. A través de este apartado, se examinarán las principales iniciativas y planes de acción diseñados para fomentar el progreso económico, así como las expectativas que se proyectan con base en el contexto actual y los retos por venir.

Los subapartados a tratar incluyen el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Plan México y las expectativas generales para el desempeño de la economía mexicana, proporcionando un panorama integral y fundamentado para entender su posible evolución.

II.9.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El PND 2025-2030 constituye un marco estratégico diseñado para orientar el desarrollo integral de México en los próximos años. Este documento establece objetivos prioritarios que buscan abordar desafíos estructurales y promover una transformación económica, política y social en el país. Entre sus principales metas se encuentran el combate a la corrupción y la

impunidad, la reducción de la desigualdad social y la pobreza, el fortalecimiento de la democracia y la transparencia, la promoción de la igualdad de género y la protección de los derechos humanos. Asimismo, el PND enfatiza la importancia de gobernar con austeridad y ética, al tiempo que impulsa la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible como ejes fundamentales para el progreso nacional (Alvarado, 2024).

Dicho plan surge como resultado de los planteamientos previos y se estructura en cuatro ejes centrales y tres transversales, los cuales buscan abordar de manera integral los principales retos del país. Entre los ejes generales destaca el de gobernanza con justicia y participación ciudadana, cuyo objetivo es fortalecer la transparencia, fomentar la rendición de cuentas y garantizar la participación activa de la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones, logrando así un gobierno más democrático e inclusivo. Otro eje central se enfoca en el desarrollo con bienestar y humanismo, orientado a mejorar la calidad de vida de la población mediante el acceso a derechos fundamentales como la educación, la salud y la vivienda, siempre desde una perspectiva humanista que priorice el bienestar colectivo (Gobierno de México, 2015).

Por su parte, el eje de economía moral y trabajo pretende promover una economía ética y responsable que genere empleos dignos y sostenibles, impulsando la inversión y el desarrollo de sectores productivos que beneficien a toda la sociedad. Asimismo, el eje de desarrollo sustentable se centra en implementar estrategias que combinen el crecimiento económico con la protección del medio ambiente, promoviendo un equilibrio entre el progreso y la conservación de los recursos naturales (Gobierno de México, 2015).

En cuanto a los ejes transversales, el primero de ellos se orienta hacia la igualdad sustantiva y los derechos de las mujeres, con el propósito de garantizar la equidad de género en todos los ámbitos de la sociedad. También se incluye la innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional, cuyo fin es impulsar la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías mediante políticas públicas estratégicas. Finalmente, el eje de derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas busca proteger y promover los derechos de estos grupos, asegurando su plena participación en el desarrollo del país (Gobierno de México, 2015).

Es importante subrayar que el PND 2025-2030 adopta un enfoque participativo que prioriza la intervención activa del pueblo mexicano en su diseño y ejecución. Este proceso

incluye mecanismos como foros de consulta y la plataforma "Planeando Juntos", donde la ciudadanía puede expresar sus propuestas y opiniones, promoviendo así un verdadero sentido de colaboración y corresponsabilidad en la construcción del futuro nacional (Gobierno de México, 2015).

II.9.2. Plan México

El Plan México se presenta como una estrategia nacional orientada a fortalecer el desarrollo industrial y económico del país. Su objetivo principal es fomentar un crecimiento económico equilibrado y sostenible, promoviendo una distribución más equitativa de los beneficios generados. Este enfoque busca no solo incrementar la capacidad productiva de México, sino también impulsar un progreso incluyente que beneficie a todos los sectores de la sociedad, garantizando así un desarrollo integral y sustentable.

Metas del Plan México

Este plan propuesto por el Gobierno de México (2025) contempla 13 metas que busca alcanzar con la ejecución de más de 2,000 proyectos, las cuales se presentan a continuación:

1. Estar dentro de las 10 economías mundiales: Ya que actualmente México ocupa la posición número 12.
2. Aumentar la inversión como porción del PIB: Se busca que sea más del 25% a partir de 2026 y más del 28% en 2030.
3. Crear 1.5 millones de empleos adicionales: Especialmente empleos de manufactura especializada y de sectores estratégicos.
4. 50% de la proveeduría y el consumo nacional: Especialmente con la substitución de importaciones en sectores estratégicos.
5. Crecer 15% de contenido nacional: En cadenas globales de valor en sectores como automotriz, aeroespacial, electrónico, semiconductores, farmacéutico y químico.
6. 50% de compras públicas: Mismas que serán de producción nacional, ya que en el plan se consideran una herramienta de desarrollo.
7. Vacunas hechas en México: Promover la producción nacional de vacunas.
8. Reducir el tiempo total para concretar una inversión: De 2.6 años a tan sólo 1 año, con menos trámites y requisitos.

9. 150,000 profesionistas y técnicos anuales: Con formación continua alineada a sectores estratégicos y 100% de educación dual en media superior técnica.
10. Sostenibilidad ambiental: Promover inversiones con prácticas ambientales, sociales y de gobernanza (ASG).
11. 30% de PYMES con acceso a financiamiento: Aumentar el acceso a financiamiento para pequeñas y medianas empresas.
12. Ser uno de los 5 países más visitados a nivel mundial: Promover el turismo y mejorar la infraestructura turística.
13. Disminuir la pobreza y la desigualdad: Una parte esencial del plan es que busca la prosperidad compartida.

Acciones Programadas

El Gobierno de México, como parte de las estrategias planteadas para alcanzar las metas propuestas en el marco del PND 2025-2030 y en complemento a los 2,000 proyectos previamente anunciados, ha establecido una serie de acciones clave destinadas a impulsar el desarrollo económico y social del país. Entre estas acciones se incluye un seguimiento mensual riguroso al avance del portafolio de inversiones, con el fin de garantizar su correcta implementación y efectividad. Además, se busca promover la publicación del Decreto de Relocalización, junto con una propuesta de ley orientada a la simplificación administrativa, medidas que tienen como objetivo facilitar la atracción de inversiones y el desarrollo empresarial (Gobierno de México, 2015).

Dentro de las iniciativas estratégicas se encuentra también el relanzamiento de la marca "Hecho en México", con la intención de fortalecer la identidad nacional y promover los productos mexicanos tanto a nivel local como internacional. Asimismo, se contempla la creación de un fondo de banca de desarrollo especialmente dirigido a apoyar a las PYMES, acompañado de la firma de acuerdos entre el Banco de México (BANXICO), la Asociación de Bancos de México (ABM) y el Gobierno Federal, para ampliar las oportunidades de financiamiento a este sector fundamental de la economía (Gobierno de México, 2015).

De igual manera, se plantea realizar inversiones en sectores clave como energía, aeroespacial, semiconductores, turismo, automotriz y textil, con miras a diversificar y consolidar la economía nacional. Finalmente, se gestionará el crecimiento de polos de desarrollo en todas las entidades federativas, con el fin de descentralizar el progreso y

garantizar un impacto equilibrado en las distintas regiones del país. Estas medidas reflejan un compromiso integral con el desarrollo sostenido y equitativo de México en los próximos años (Gobierno de México, 2015).

II.9.3. Expectativas para la economía mexicana

Las perspectivas económicas de México para los próximos años presentan un panorama complejo, marcado por oportunidades y desafíos que requieren un enfoque estratégico. En los siguientes párrafos de este apartado se expresa una compilación de los análisis y perspectivas para la economía mexicana con base en lo propuesto por Flores (2024), Posen (2025), Bárcena (2025) y por Fernández (2025).

En términos de crecimiento económico, México podría beneficiarse de la relocalización de inversiones derivada de las tensiones comerciales entre EE. UU. y China, consolidándose como un socio clave para el mercado estadounidense. Sin embargo, este potencial depende de la capacidad del país para mejorar su entorno de negocios y garantizar seguridad jurídica.

Los proyectos de infraestructura, como el Tren Maya y el Aeropuerto Internacional de Tulum, representan una oportunidad para dinamizar la economía, especialmente en regiones históricamente rezagadas. Estas iniciativas no solo buscan generar empleo, sino también fortalecer la competitividad regional.

En el ámbito de las condiciones laborales, el aumento en los salarios reales y la reducción de la pobreza han fortalecido el mercado interno, aunque persisten retos estructurales como la desigualdad y la falta de capacitación.

Por otro lado, los desafíos estructurales, como la inseguridad y la violencia, continúan siendo un obstáculo significativo para la inversión y el desarrollo económico. Además, las relaciones comerciales internacionales, particularmente con EE. UU., exigen una gestión cuidadosa, especialmente ante posibles políticas proteccionistas que podrían afectar las exportaciones mexicanas.

En cuanto a la política fiscal y social, el gobierno enfrenta el reto de equilibrar las políticas de bienestar con la sostenibilidad económica. La transición energética hacia fuentes más limpias también representa un desafío, pero ofrece oportunidades para el crecimiento a largo plazo si se gestiona adecuadamente.

Por otra parte, la revisión del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) y las tensiones comerciales con China y EE. UU. podrían redefinir las dinámicas económicas de México. La capacidad del país para adaptarse a estos cambios será crucial para mantener su competitividad en el mercado global.

Con base en lo anterior se puede deducir que México se encuentra frente a un panorama económico que demanda decisiones estratégicas para aprovechar las oportunidades de inversión, fortalecer su infraestructura y superar los desafíos estructurales que limitan su desarrollo. La preparación y la adaptabilidad serán esenciales para enfrentar un entorno internacional cada vez más complejo (Bárcena, 2025; Fernández, 2025; Flores, 2024; Posen, 2025).

Así mismo, la economía mexicana enfrenta un escenario caracterizado por desafíos significativos y oportunidades estratégicas que pueden ser aprovechadas mediante un enfoque integral de vinculación entre actores clave. El análisis destaca la necesidad de fortalecer la interacción entre gobierno, industria y academia bajo el modelo de Triple Hélice para enfrentar problemas como la inseguridad, la incertidumbre jurídica y las desigualdades económicas. Al mismo tiempo, reconoce el potencial de proyectos de infraestructura, la transición energética y las relaciones comerciales como pilares para el desarrollo económico sostenible.

Para que México logre consolidar un crecimiento sostenido y competitivo en el contexto global, será imprescindible diseñar estrategias innovadoras que promuevan la coordinación efectiva entre los sectores involucrados, garanticen la implementación de políticas públicas adecuadas y fomenten una cultura de innovación y colaboración. Este enfoque no solo permitirá abordar los problemas estructurales identificados, sino también posicionar al país como un actor relevante en las cadenas globales de valor, asegurando un desarrollo equitativo y sustentable a largo plazo.

II.10. Resumen crítico y conclusiones de la conformación del marco referencial del desarrollo de las economías de APEC

El Capítulo II constituye el marco referencial que contextualiza teórica e históricamente el desarrollo industrial y la evolución de los modelos de Hélice en las economías de APEC. Este capítulo cumple una función estratégica dentro del documento, al ofrecer una visión

panorámica y comparativa de las trayectorias de desarrollo de las 21 economías miembros, identificando sus puntos de convergencia y divergencia a lo largo del periodo de análisis.

El abordaje parte de una revisión profunda del concepto de desarrollo industrial, entendido como un motor del crecimiento económico que fomenta la productividad, la innovación y la transformación estructural. A través de un recorrido histórico que inicia desde la Primera Revolución Industrial hasta la Cuarta Revolución Industrial, el capítulo establece las bases para comprender el vínculo entre procesos industriales y dinámicas de innovación tecnológica. Este análisis es particularmente valioso por su enfoque en las repercusiones geopolíticas y estructurales de las distintas etapas industriales en el orden económico mundial (Aghion & Akcigit, 2015; Agnew, 2021; Aparicio, 2013; Castells, 2010; Hobsbawm, 1968; Rubio, 2014).

Uno de los aportes más destacados de este capítulo es la explicación de cómo la transformación de las industrias tradicionales hacia modelos sustentados en tecnologías emergentes analizando cómo la automatización, la inteligencia artificial y el internet de las cosas ha configurado nuevas exigencias para las economías APEC. El capítulo demuestra que, si bien países como Corea del Sur, Japón y EE. UU. lideran los indicadores de inversión en I+D, educación y productividad, las economías latinoamericanas han enfrentado un rezago significativo, lo cual se traduce en menores capacidades de adaptación a las exigencias de la industria 4.0.

El análisis de APEC es particularmente robusto. Se revisa la historia del foro desde su fundación en 1989, así como los principales hitos institucionales y económicos que han marcado su evolución. El capítulo identifica con precisión la heterogeneidad estructural de sus miembros, los cuales abarcan desde economías avanzadas hasta países en desarrollo con marcadas debilidades estructurales. Este enfoque permite evidenciar que APEC no es una región homogénea, sino un espacio de cooperación económica que enfrenta el reto de compatibilizar intereses y capacidades desiguales.

Además, el capítulo incluye un análisis detallado del comportamiento histórico del INBpc de los miembros de APEC, señalando el contraste persistente entre las economías asiáticas emergentes y las latinoamericanas. Dicho apartado refuerza la argumentación de que el desarrollo industrial no solo depende de condiciones estructurales, sino también de

políticas de innovación y de esquemas de gobernanza colaborativa entre los sectores público, privado, académico y social.

La inclusión de los ODS (particularmente el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, y el ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos) son una precisión analítica que vincula el enfoque regional de APEC con compromisos globales. Este aspecto dota al capítulo de una perspectiva estratégica, al destacar que los modelos de Hélice, al articular actores clave, también pueden funcionar como instrumentos para alcanzar metas de sostenibilidad y equidad (ONU, 2018).

Asimismo, el capítulo incorpora una discusión inicial sobre la participación de México en APEC y sus limitaciones en términos de competitividad industrial, lo cual representa una línea de análisis relevante para los capítulos siguientes.

En relación a lo antes expuesto, este capítulo articula antecedentes, diagnósticos y marcos institucionales, estableciendo la pertinencia científica del análisis del modelo de Hélices en APEC y funcionando como puente entre la base conceptual y el estudio empírico de los capítulos siguientes.

Capítulo III

Las Hélices, el desarrollo económico e industrial y sus principales desarrollos teóricos

Introducción al capítulo

El desarrollo económico e industrial ha estado ligado históricamente a diversas teorías y modelos que buscan explicar y potenciar su crecimiento. Dentro de estos enfoques, los modelos de Hélice han ganado relevancia como herramientas clave para fomentar la innovación y la colaboración entre distintos actores. Este capítulo profundiza en la evolución y aplicación de estos modelos, destacando la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice y la Penta Hélice, así como la N-tuple Hélice, explorando su impacto en la dinámica económica y social.

Además, se presentan las principales teorías económicas y de desarrollo que sustentan la investigación, tales como la economía institucional, la economía solidaria y la teoría del desarrollo institucional. Estas teorías permiten comprender los factores estructurales y contextuales que influyen en la implementación de los modelos de Hélice y su efectividad en el impulso del desarrollo industrial.

Este marco teórico no solo establece las bases conceptuales del estudio, sino que también proporciona una visión integral sobre cómo las economías pueden beneficiarse de estos modelos y teorías para fortalecer sus estrategias de innovación y competitividad en un entorno globalizado.

III.1. Los modelos de Hélice

Los modelos de Hélice son aquellos en los que el principal objetivo es desarrollar innovación, tecnología y ciencia por parte de dos, tres, cuatro, o más entidades participantes, son aquellos modelos que comúnmente se conocen como la Triple Hélice, Cuádruple Hélice, Penta Hélice, o también propuestos como la N-tuple Hélice cuando se trata de modelos con más Hélices adaptadas, siendo estos los más conocidos y utilizados. Para conocer cómo es que se conforman estos modelos se presenta a continuación teoría acerca de dichos modelos.

III.1.1. La Triple Hélice

La Triple Hélice es una forma de trabajo estratégica y conjunta para la generación de desarrollo a nivel local y/o regional, en donde se vinculan el trabajo del gobierno, las empresas y las instituciones para desarrollar actividades de interacción conjunta.

Asimismo, con base en los estudios realizados por Etzkowitz (2002), se sugiere que, para un funcionamiento óptimo de la Triple Hélice, deben trabajarse en tres dimensiones de este modelo.

La primera dimensión debe trabajar cada una de las Hélices de forma individual, en donde deben prepararse a través de planeación de actividades, estrategias, políticas, leyes y reglamentos (en su caso), programas y procedimientos a través de los cuales se podrá generar la vinculación con las otras Hélices.

La segunda dimensión debe trabajar la influencia de una Hélice sobre otra, en el cual, normalmente se consolidan las normatividades, leyes y políticas de interacción bilateral.

Finalmente, la tercera dimensión debe trabajar en la creación de redes de cobertura trilateral, en la que se comienza a operar la Triple Hélice en busca de generar nuevas ideas y formatos para el desarrollo de tecnología.

En el modelo expuesto por el mismo autor, hace mención a tres modelos en los que puede trabajar la Triple Hélice.

El primer modelo que plantean hace referencia a aquellas actividades donde alguna de las tres Hélices predomina, normalmente el sector gobierno, el cual es el que se encarga de hacer trabajar a las otras dos Hélices, tal como se muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 3.

Modelo de Triple Hélice estatista



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

El segundo modelo planteado por el autor plantea el trabajo individual de las Hélices, pero con una vinculación entre sí, es decir, cada quien realiza su trabajo por separado, pero con un fin en conjunto, de acuerdo a lo presentado en la Ilustración 4.

Ilustración 4.

Modelo de Triple Hélice laissez faire



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

El tercer modelo que plantea el autor es el de trabajo conjunto o de convergencia, en el cuál las tres Hélices llegan incluso a cumplir funciones de los otros, es decir, es una vinculación más estrecha donde más allá de una vinculación, existe un verdadero trabajo en equipo por parte de los tres sectores para, en conjunto, desarrollar tecnología, lo cual se muestra en la Ilustración 5.

Ilustración 5.

Modelo de Triple Hélice de convergencia o innovador



Fuente: Elaboración propia con base en Etzkowitz (2002).

Si bien, el autor en cuestión hace mención de cada uno de los actores (academia, gobierno y empresas) como “esferas”, para el presente este término se manejará como “Hélice”, para continuar con la terminología que lleva por nombre el modelo mismo.

III.1.2. La Cuádruple Hélice

Se puede considerar que la base de los modelos de Hélices es la Triple Hélice, no obstante, existen otros modelos que involucran otros factores a los modelos de trabajo; este es el caso de la Cuádruple Hélice, que es aquella que además de contemplar el sector gobierno, el sector académico y el sector empresarial, suma un cuarto sector, el cuál es el sector social.

En ese sentido Leydesdorff (2012) afirma que, la codificación de la comunicación de la sociedad hace que éstas evolucionen desde y dentro de la misma, por lo que, para lograr su desarrollo, las instituciones deben tomar decisiones y acciones basadas en las necesidades de quienes la conforman, puesto que, si no se toma en cuenta, los marcos institucionales pueden ser transgresores de otros.

Ilustración 6.

Modelo de Cuádruple Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Bares (2018) y Padial *et al.*, (2019).

No obstante, es importante mencionar que, si bien, normalmente la cuarta Hélice presentada en la Ilustración 6 es la sociedad, éste puede cambiar de acuerdo a la aplicación que se esté dando al modelo, o de acuerdo la teoría propuesta por el autor en quien se base el modelo.

III.1.3. La Penta Hélice

La principal finalidad de la Penta Hélice es el promover la sustentabilidad a través de la generación de innovación avanzada y disruptiva, con la peculiaridad de que el gobierno brinda apoyos económicos al sector productivo y a la academia, lo que contribuye a la

creación, desarrollo y transferencia del conocimiento que se pueda reflejar de manera positiva en la sociedad, esto sin perder de vista que la principal finalidad y enfoque del modelo es hacia el cuidado del medio ambiente, siendo éste último factor el que se añade a los modelos y conforma el modelo de Penta Hélice, es decir, academia, empresa, gobierno, sociedad y medio ambiente (Orozco, 2019)

En la Ilustración 7 se presenta el modelo de Penta Hélice, el cual se compone por el gobierno, la academia, la industria, la sociedad y el medio ambiente, no obstante, estos dos últimos en ocasiones pueden variar, que si bien, son los más utilizados al implementar un modelo de Penta Hélice, estos se pueden ajustar de acuerdo a las necesidades del modelo.

Ilustración 7.

Modelo de Penta Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Khusniyah (2020) y Sudiana *et al.*, (2020).

III.1.4. La N-tuple Hélice

En algunos casos, las implementaciones de los modelos se realizan adaptando el modelo a las necesidades del entorno o del proyecto en el que se implementa, a lo que Leydesdorff

(2012), llamó la N-tuple Hélice, siendo estos todos aquellos que contenga cinco o más Hélices o también llamados actores.

De acuerdo con lo mencionado por el autor, se puede adaptar el modelo de Triple Hélice a un sinnúmero de Hélices de acuerdo a quiénes estén aplicando el modelo, es a lo que llama la N-tuple Hélice, la cual se representa en la Ilustración 8.

Ilustración 8.

Modelo de N-tuple Hélice



Fuente: Elaboración propia con base en Leydesdorff (2012).

En la Ilustración 8 se puede observar la Triple Hélice como base, conformada por el gobierno, la academia y la industria, aunado a la cuarta esfera que representa las Hélices elevadas a la N potencia, es decir, la N-tuple Hélice, lo cual quiere decir que dicha esfera puede representar una o más Hélices que se puedan agregar al modelo, así mismo, está representada por esferas interiores, dado que también se pueden llegar a presentar sub- Hélices en el modelo las cuales son dependientes de las otras Hélices.

Es fundamental mencionar que, de acuerdo con Leydesdorff (2012), este modelo es el menos recomendado, puesto que se debe proceder con cautela a la hora de agregar

cualquier Hélice al modelo base, puesto que es difícil estructurar una convergencia adecuada entre los actores, ya que puede que éstos no estén lo suficientemente preparados para generar una buena interacción, así mismo, recomienda apegarse al modelo de Triple Hélice, y tomar los otros factores como elementos inherentes a la aplicación del modelo.

III.1.5. Modelo base para la investigación

Si bien los modelos de Hélice han avanzado desde su surgimiento hasta la actualidad, es importante analizar que la base del trabajo de convergencia es la Triple Hélice, no obstante, la adaptación de dichos modelos a las necesidades ha permitido el replanteamiento de los modelos hasta llegar a la N-tuple Hélice, que son todos aquellos en los que se consideren 6, 7 o N número de actores en el modelo. Sin embargo, apegándose a la investigación y experiencia de Leydesdorf, así como algunas colaboraciones con Etzkowitz, quienes son los principales referentes teóricos de dichos modelos, es conveniente apegarse a una triple o máximo una Cuádruple Hélice, siendo esta última la más aceptada en tiempos modernos debido a la importancia de la participación de la sociedad.

De acuerdo con dichas teorías, y con sustento en el mismo análisis teórico, así como en el desarrollo empírico presentado en el capítulo IV de la presente, se considerará como base del presente estudio, el modelo de Triple Hélice propuesto por Leydesdorf (2012), en el que se contempla a universidad, la industria y el gobierno como actores claves, misma que sirve como sustento a las variables planteadas (las cuales pueden observarse en la Ilustración 1 del apartado I.10. que lleva por nombre “I.10. Identificación de variables” de la presente investigación).

III.2. Teorías de economía y desarrollo

Existe una gran diversidad de teorías que a lo largo de la historia se han desarrollado, implementado, mejorado o desechado para generar desarrollo en las naciones o en las regiones, mismas que han surgido de acuerdo a las necesidades y escenarios posibles hasta ese momento, no obstante, la mayoría de las teorías implementadas en la actualidad apuntan hacia la gestión del desarrollo a través de desarrollo industrial y/o a través del desarrollo de innovación y tecnología.

La principal finalidad de las teorías de desarrollo regional es coadyuvar en la comprensión y explicación de las disparidades económicas, espaciales y sociales que existen

en las regiones dentro de un país, estado, o incluso entre países, así mismo, ayudan a identificar cuáles son los factores y cómo estos afectan en los patrones de desarrollo regional, ofreciendo retroalimentación para la promoción de crecimiento equilibrado y sostenido entre regiones.

Una de las mejores maneras de gestionar el avance tecnológico y el desarrollo industrial es a través de la I+D. La aplicación de la I+D ha permitido el desarrollo de nuevos productos que han derivado en avance tecnológico, y finalmente, en desarrollo industrial. La gestión de la innovación se ha llevado a cabo principalmente a través de políticas implementadas por el gobierno, aunado a la colaboración de los sectores que velan por la tecnología, la economía, el sector social, y que además se encargan de la gestión (Padmore & Gibson, 1998).

Para conocer más acerca economía y desarrollo se presentan en los apartados siguiente algunas de las teorías más relevantes para la presente investigación, algunas de ellas implementadas en naciones, otras en regiones, unas han tenido aplicabilidad en las economías asiáticas, europeas, norteamericanas y otras específicamente en los países latinoamericanos.

III.2.1. Teoría de la economía institucional

Las instituciones desempeñan un papel crucial en el desarrollo de una sociedad y la calidad de estas instituciones puede influir significativamente en el bienestar económico y social de la población. El desarrollo institucional implica cambios tanto en las instituciones formales (leyes, regulaciones, estructuras gubernamentales) como en las instituciones informales (normas sociales, valores, prácticas culturales).

En este mismo sentido, North (1994), menciona que la economía institucional es una corriente del pensamiento económico cuyas características difieren del pensamiento tradicionalista el desarrollo emanado de la oferta, la demanda, los precios y la competencia, sino que, busca la formación y evolución de los sistemas económicos entorno a las instituciones.

Aunado al tema en debate, el autor antes mencionado afirma que las instituciones son quienes ponen “las reglas del juego en una sociedad” a través de la estructuración de interacciones humanas, las cuales afectan significativamente el comportamiento económico. Así mismo, examina que los cambios institucionales impactan directamente en el desempeño económico de la sociedad, y para ello es importante tener instituciones sólidas, ya sean las

formales, es decir, las leyes, las regulaciones y las estructuras gubernamentales, así como también, las informales, las cuales se forman por normas sociales, valores y costumbres. A su vez, proporciona una teoría de cambio institucional, en la cual se destaca la importancia de incentivos en los costos y los beneficios que deben mantener o cambiar las instituciones (North, 1994).

Por otro lado, de acuerdo con los trabajos realizados por Coase (1960, 1994), la economía institucional se basa en el crecimiento económico con un enfoque específicamente en las instituciones, que pueden ser leyes formales y normas informales, las cuales se deben entender como un sistema de reglas y normas que estructuran la interacción humana; así mismo, asevera que deben existir los costos de transacción, mismos que explican por qué existen las empresas y otras formas de organización económica, sustenta que las transacciones en el mercado pueden estar sujetas a costos de búsqueda, negociación y ejecución, puesto que las empresas surgen para minimizar los costos, además asevera que coordinar la actividad económica de manera interna, puede ser más eficiente que realizar transacciones en el mercado.

El mismo autor postuló un teorema en el que asevera que, en ausencia de costos de transacción, la asignación de recursos es eficiente independientemente de la distribución inicial de los derechos de propiedad, es decir que, si los costos de transacción son bajos o inexisten, las partes involucradas pueden negociar y llegar a acuerdos eficientes sin importar quién tenga los derechos iniciales. Las externalidades son efectos secundarios no deseados de las actividades económicas, cuando existen costos de transacción bajos, las partes afectadas por alguna externalidad pueden resolver el problema entre sí negociando, sin la necesidad de una intervención gubernamental. Finalmente es importante mencionar que la postura de Coase (1960, 1994), desafía la asunción de bajos o nulos costos de transacción de la visión neoclásica tradicional, sino que es importante comprender cómo las instituciones afectan las decisiones económicas y cómo los costos de transacción pueden influir en la estructura de las organizaciones.

La teoría de los costos de transacción propuesta por Williamson (1979), de manera similar a Coase, expone los costos de transacción como un elemento clave en su enfoque de la economía institucional. Estos costos, definidos como los gastos asociados con la definición, negociación y ejecución de acuerdos entre partes separadas, afirma que, influyen

en la elección entre realizar transacciones en el mercado o dentro de una organización (jerarquía).

Una de las contribuciones más destacadas de dicho autor se encuentra en su análisis de la gobernanza empresarial, donde propone una clasificación que distingue entre estructuras de mercado y jerarquía interna. La pregunta central que aborda es cómo llevar a cabo transacciones de manera más eficiente: a través del mercado (mediante compraventa) o dentro de una organización (mediante jerarquía). Además, introduce el concepto de contratos incompletos, argumentando que muchos contratos no pueden anticipar todas las contingencias futuras, lo que genera problemas de riesgo (Williamson, 1979).

De acuerdo con el autor anteriormente mencionado, la incompletitud de los contratos es, según él, una de las razones fundamentales de la existencia de empresas, ya que proporcionan un marco interno que permite la adaptación y la toma de decisiones en respuesta a cambios inesperados en el entorno económico. Asimismo, explora la noción de especificidad de los activos, que se refiere al grado en que un activo es valioso en un uso particular, y cómo esta especificidad afecta los costos de transacción. Finalmente, aborda problemas de selección adversa y riesgo moral en transacciones económicas, particularmente cuando los contratos son incompletos, destacando cómo estos problemas pueden dar lugar a decisiones basadas en información asimétrica o incentivos mal alineados (Williamson, 1979).

Una importante aportación a la teoría de la economía institucional es la realizada por Ostrom (1990), particularmente en el ámbito del manejo de bienes comunes y la gobernanza local. Su investigación desafió la perspectiva convencional que asocia los bienes comunes con la "tragedia de los comunes" sugiriendo que la sobreexplotación es inevitable debido a la falta de propiedad clara, así mismo, resaltó el papel crucial de las instituciones locales en la gestión sostenible de recursos compartidos, proponiendo enfoques innovadores que van más allá de la regulación externa y la privatización.

Uno de los conceptos fundamentales desarrollados por la autora es la "Teoría de los Bienes Comunes" que se centra en los "diseños institucionales" adoptados por comunidades para gestionar y conservar bienes comunes como pastizales y bosques. Además, introdujo los "polinomios de acción colectiva" una herramienta analítica que evalúa las condiciones bajo las cuales las comunidades pueden autogobernarse con éxito. Estos polinomios consideran factores como el tamaño del grupo, la homogeneidad de los usuarios y la capacidad de

comunicación para prever la capacidad de las comunidades para gestionar sus recursos. La autora también identificó principios de gobernanza clave, que incluyen la claridad en límites y reglas, la participación activa de los usuarios en la toma de decisiones, la sanción de infractores y mecanismos de resolución de conflictos (Ostrom, 1990, 2005).

Además, su concepto de "polietapismo" resalta la existencia de múltiples niveles de gobierno, desde el local hasta el internacional, y destaca la interconexión de estas instituciones para abordar los desafíos en la gestión de recursos compartidos. Enfatizando la heterogeneidad institucional, subrayó que no existe una solución única y que las instituciones efectivas pueden surgir de manera endógena en función de las circunstancias locales (Ostrom, 1990, 2005).

Por otra parte, pero no ajeno a lo anterior, es importante analizar el concepto de "politeísmo institucional" que destaca la coexistencia de múltiples sistemas de reglas y normas en una sociedad. Argumentó que, en entornos complejos, las comunidades tienden a desarrollar sistemas institucionales diversos y flexibles para abordar una variedad de problemas y desafíos. Además, abogó por el diseño cuidadoso de instituciones adaptadas a las circunstancias específicas de cada comunidad, respaldando la noción de que no hay un enfoque único y que las instituciones deben ajustarse a contextos locales (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).

El realizar énfasis en la autonomía local y la autogestión en la toma de decisiones refleja la creencia de que las comunidades tenían un conocimiento más profundo de sus propios problemas. Es trascendental la implementación de reglas y normas compartidas para regular el comportamiento humano y abogar por la descentralización del gobierno para facilitar una toma de decisiones más efectiva. La gestión de bienes comunes, desafiando la perspectiva pesimista de la "tragedia de los comunes" la cual propicia casos exitosos de autogestión comunitaria para evitar la sobreexplotación de recursos compartidos (Gordillo, 2014; Oakerson & Ostrom, 1988).

Por otro lado, Holmström (1979), realizó aportes importantes a la teoría de contratos, especialmente en situaciones de información asimétrica, explorando cómo diseñar contratos para alinear incentivos y motivar comportamientos deseados.

Una de las áreas clave de su investigación ha sido la compensación y el desempeño de ejecutivos en empresas, donde el diseño de sistemas de compensación juega un papel

esencial en la alineación de intereses entre ejecutivos y accionistas en entornos institucionales, como grandes corporaciones. Además, sus contribuciones se extienden a cuestiones cruciales en la asignación de responsabilidades y la gestión del riesgo moral mediante la estructuración de contratos. En el ámbito de la gobernanza corporativa, su trabajo también ha dejado una marca, examinando cómo se pueden configurar los contratos y las relaciones internas de una empresa para garantizar eficiencia y prevenir conflictos de interés (Holmström, 1979, 1982).

Aunado a lo anterior, ha profundizado en la complejidad de los contratos incompletos y la ambigüedad contractual, explorando cómo estas características pueden manejarse de manera efectiva para adaptarse a diversas situaciones. Estas investigaciones tienen importantes implicaciones en la forma en que las instituciones y las organizaciones abordan la incertidumbre y la complejidad en sus dinámicas internas. Aunque su enfoque ha sido específico en la teoría de contratos, las valiosas lecciones extraídas de su trabajo son esenciales para enriquecer nuestra comprensión más amplia de la economía institucional y cómo estas estructuras configuran las relaciones económicas (Hart & Holmström, 2008; Holmström, 2016).

III.2.3. Teoría del desarrollo institucional

El desarrollo institucional tiene como finalidad principal la gestión de mejoras en las instituciones gubernamentales, sociales y privadas dentro de una sociedad, con el objetivo en común de promover el crecimiento económico, social y político de la región en que se desempeña, siempre en pro de la sostenibilidad. Lo anterior se logra principalmente a través de interacciones estructuradas que generen entornos propicios para dicho desarrollo.

Es importante recordar que, de acuerdo con la Agenda 2030 de la ONU (2018), en la gestión del desarrollo institucional es de vital importancia contemplar los aspectos del estado de derecho, a través de los cuales se debe velar por un sistema legal eficaz y eficiente, los cuales proporcionen un marco para la resolución de conflictos y garanticen la protección de derechos y propiedades.

De acuerdo con lo propuesto por North (1993), las instituciones son las que imponen “reglas del juego”, puesto que estas son las que estructuran los incentivos en la interacción humana, ayudan en la reducción de la incertidumbre y es de estas mismas que depende el desempeño económico de las instituciones y la sociedad misma.

La evolución histórica del desarrollo institucional podría explicar el por qué algunas economías prosperan mientras otras se estancan, ya que las instituciones no siempre operan de manera eficiente, sino que estas pueden operar durante décadas con estructuras que limitan su crecimiento. En ese sentido, el cambio institucional generalmente se da de manera incremental y depende de la correcta interacción entre instituciones y organizaciones, lo cual, determina las trayectorias que pueda tomar el desarrollo de cada sociedad (North, 1993, 1994).

En sus diversas propuestas planteadas por North (1981, 1993, 1994), menciona que la importancia de la dependencia de la trayectoria histórica, señalando que las decisiones pasadas condicionan las oportunidades presentes y futuras. Postula que los derechos de propiedad, las normas sociales y los marcos legales no son neutrales, sino que configuran los costos de transacción y las posibilidades de inversión, por lo que, un buen entramado institucional que sea sólido podría reducir dichos costos y favorecer la eficiencia productiva, mientras que las instituciones débiles o capturadas por instituciones más grandes, suelen presentar tendencias de reproducción de desigualdades, lo cual, frenar el desarrollo.

Por su parte, Ostrom (1988; 1990, 2005), complementa la visión de desarrollo institucional anteriormente explicada, a través de una perspectiva de gobernanza policéntrica, en la cual destaca que las instituciones no deben ser entendidas únicamente desde el gobierno, sino que también desde la capacidad que tienen las comunidades para generar reglas colectivas que gestionen recursos comunes de una manera sostenible. Los resultados de sus investigaciones muestran que la cooperación y la auto organización local pueden resultar más efectivas que los modelos centralizados, siempre y cuando existan mecanismos de confianza, monitoreo y sanción. En ese sentido, la participación ciudadana y la construcción de instituciones inclusivas se consideran esenciales para poder enfrentar problemas como la corrupción y la sobreexplotación de recursos, con lo cual se puede fortalecer la resiliencia social y económica.

Las consideraciones antes mencionadas tienen implicaciones políticas trascendentales, pues orientan a los responsables de las políticas públicas hacia la creación y consolidación de marcos institucionales sólidos que promuevan la eficiencia económica, que garanticen la equidad y que contribuyan a la estabilidad social. Aunado a lo anterior, el papel de las instituciones resulta decisivo para comprender las dinámicas del desarrollo, ya que

condiciona tanto las oportunidades de crecimiento como las posibilidades de transformación estructural de las economías (North, 1981, 1993, 1994; Oakerson & Ostrom, 1988; Oakerson & Ostrom, 1988; Ostrom, 1990, 2005).

III.2.4. Teoría sobre la globalización de la producción

Es una teoría que habla acerca de la descentralización de la producción tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, y se postula que se realice bajo el creciente control centralizado y que sea coordinado por las compañías transnacionales, lo que fomenta una mayor interdependencia internacional que aumente la influencia de las empresas sobre los gobiernos y sobre la fuerza laboral de las localidades (Gereffi, 1989).

En este mismo sentido, Wallerstein (1974), menciona que esta teoría analiza cómo las empresas y las economías se integran a nivel mundial en la producción y distribución de bienes y servicios. Así mismo, menciona que se relaciona estrechamente con el proceso de globalización económica, que ha llevado a un aumento significativo en la interconexión y la interdependencia de las economías a nivel internacional, además, es importante que se consideren los siguientes aspectos:

La globalización ha transformado profundamente la manera en que las empresas organizan su producción, impulsando la deslocalización hacia regiones que ofrecen ventajas económicas y competitivas. Este fenómeno implica trasladar parcial o totalmente procesos productivos a distintos países, con el objetivo de aprovechar costos laborales más bajos, acceso privilegiado a recursos naturales o la cercanía a mercados de gran tamaño. Como resultado, la producción se distribuye estratégicamente en diferentes territorios, generando un entramado de interdependencias que se refleja en las cadenas de valor globales, donde cada país aporta una parte específica del proceso productivo.

En este contexto, las naciones buscan preservar y potenciar sus ventajas comparativas y competitivas, explotando sus recursos naturales, las capacidades de su fuerza laboral y el nivel de desarrollo tecnológico disponible. La especialización se convierte en un mecanismo clave para insertarse en estas cadenas globales, mientras que el uso de las TIC actúa como un catalizador que facilita la coordinación y gestión de operaciones internacionales. Gracias a las TIC, empresas de distintos países pueden interactuar de manera ágil, compartir información en tiempo real y optimizar la logística de sus procesos.

Sin embargo, este escenario no está exento de desafíos y consecuencias. La globalización genera oportunidades de crecimiento y atracción de inversión extranjera, pero también expone a los países a riesgos asociados con la competencia laboral, la precarización del empleo y el aumento de las desigualdades económicas. Estas tensiones pueden limitar la capacidad de ciertos territorios para integrarse de manera equitativa en los flujos globales, evidenciando que la globalización, más allá de sus beneficios, plantea retos estructurales que requieren políticas públicas sólidas y estrategias de desarrollo inclusivas.

Derivado de lo anterior, se puede decir que la teoría sobre la globalización de la producción explora cómo las empresas y las economías se integran a nivel mundial en la producción y distribución de bienes y servicios. Este proceso ha llevado a la creación de cadenas de valor globales y ha sido impulsado por ventajas comparativas, avances tecnológicos y la búsqueda de eficiencia y competitividad. Sin embargo, también presenta desafíos y consecuencias que deben ser abordados para lograr un desarrollo más equitativo y sostenible a nivel global (Wallerstein, 1974).

III.2.6. Teoría de desarrollo local

La teoría del desarrollo local, también conocida como desarrollo comunitario o regional, es un enfoque multidisciplinario que se enfoca en fomentar el progreso económico, social y ambiental a nivel local o regional. Algunos de los principales exponentes de dicha teoría son Albuquerque (2004) y Vázquez (2001), quienes postulan que la teoría tiene como objetivo empoderar a las comunidades y regiones para identificar sus fortalezas, recursos y desafíos únicos e implementar estrategias para lograr el desarrollo sostenible, para ello, es primordial contemplar los siguientes factores:

El desarrollo local se fundamenta en un enfoque de abajo hacia arriba, donde las iniciativas y estrategias se diseñan e implementan con la participación activa de los actores locales. Este planteamiento reconoce la importancia del conocimiento, las aspiraciones y las preferencias de la comunidad en la definición de prioridades, lo que permite construir proyectos más legítimos y sostenibles. En este marco, la teoría del desarrollo local enfatiza el aprovechamiento de los recursos y capacidades endógenos, tales como el capital humano, los recursos naturales, el patrimonio cultural y las empresas locales, privilegiando la potenciación de activos propios frente a la dependencia exclusiva de inversiones externas.

La efectividad de estas iniciativas depende en gran medida de la colaboración entre múltiples partes interesadas, incluyendo autoridades gubernamentales, organizaciones comunitarias, actores del sector privado, instituciones académicas y residentes. Estas alianzas favorecen la toma de decisiones colectiva y la movilización de recursos, al tiempo que incorporan los principios del desarrollo sostenible, garantizando que las acciones sean ambientalmente responsables, socialmente inclusivas y económicamente viables en el largo plazo. Asimismo, el desarrollo local busca fortalecer las capacidades institucionales y humanas de las comunidades, mediante la formación de habilidades, la transferencia de conocimientos y el diseño de estructuras organizativas que permitan gestionar proyectos de manera eficaz.

Otro elemento clave es la implementación de estrategias basadas en el lugar, adaptadas a las características y necesidades específicas de cada territorio. Este enfoque reconoce que no existen soluciones universales y que las intervenciones deben responder al contexto particular. En este sentido, la diversificación económica se convierte en un mecanismo esencial para reducir la vulnerabilidad frente a crisis externas, mientras que el crecimiento inclusivo asegura que los beneficios del desarrollo lleguen a todos los miembros de la comunidad, incluyendo grupos vulnerables y marginados.

Finalmente, el desarrollo local otorga un valor estratégico a la identidad territorial, al preservar y potenciar los bienes culturales, históricos y naturales que distinguen a cada región. Esta identidad no sólo fortalece el sentido de pertenencia y orgullo local, sino que también se convierte en una fuente de ventaja competitiva en un entorno globalizado.

Las teorías y prácticas de desarrollo local han cobrado protagonismo como respuesta a los desafíos planteados por la globalización y las estrategias de desarrollo centralizadas. Ofrecen un modelo alternativo que prioriza el empoderamiento, la sostenibilidad y la autodeterminación de la comunidad, fomentando comunidades y regiones resilientes y prósperas (Alburquerque, 2004; Vázquez, 2001).

III.2.7. Teoría de desarrollo endógeno

La teoría del crecimiento endógeno surge como respuesta a las limitaciones de la teoría neoclásica, la cual no lograba explicar de manera convincente tres fenómenos centrales: las diferencias persistentes en las tasas de crecimiento entre países, el papel de la innovación en

la productividad y la incapacidad de los modelos tradicionales para sostener el crecimiento a largo plazo.

La teoría del desarrollo endógeno fue cimentado por autores como Romer (1986b; 1990), Lucas (1988), Barro (1990) y Rebelo (1991), quienes plantearon que el progreso económico no depende únicamente de factores externos, sino de decisiones internas relacionadas con la acumulación de conocimiento, capital humano y estructuras institucionales que favorecen la innovación. Mismos que se basaron en los antecedentes postulados por Arrow (1962), quien introdujo la noción de aprendizaje mediante la práctica, y por Frankel (1962), quien destacó la importancia de las externalidades en la producción.

Es en ese sentido que, Romer (1986b; 1990), enfatizó que el conocimiento es un bien no rival y con rendimientos crecientes, lo que permite que las inversiones en investigación y desarrollo generen efectos multiplicadores en toda la economía. Lucas (1988), por su parte, subrayó el papel del capital humano, argumentando que la educación y la capacitación incrementan la productividad de manera acumulativa y sostenida. Mientras que, Barro (1990) y Rebelo (1991), complementaron esta visión al señalar que las políticas públicas y la inversión en infraestructura institucional pueden crear condiciones favorables para que las economías mantengan tasas de crecimiento positivas en el largo plazo. De esta manera, la teoría endógena coloca a la innovación, la educación y las instituciones en el centro del análisis económico.

Por otro lado, investigaciones más recientes, como la de Ramírez (2006), considera que el verdadero potencial de la integración económica internacional depende de la capacidad de los países para construir marcos institucionales y jurídicos que favorezcan la innovación, el fortalecimiento del capital humano y la distribución equitativa de los beneficios.

Contemplando esa postura, se considera que la globalización no debe ser vista como un fenómeno neutral, sino como un escenario donde las decisiones políticas y legales determinan si se consolida un modelo inclinado hacia los intereses de élites financieras o si se orienta hacia un desarrollo que sea incluyente y sostenible. La aplicación de los principios de la teoría endógena permite replantear la relación entre crecimiento económico y justicia social, destacando que las naciones que invierten en conocimiento, educación y capacidades locales logran un crecimiento más sólido y resiliente frente a los desafíos globales (Ramírez, 2006).

Por otra parte, menciona Vázquez (2007), que la teoría del desarrollo endógeno o también conocida como teoría del crecimiento endógeno, enfatiza el papel crítico de los factores internos, los recursos y las capacidades dentro de un país o región para impulsar el crecimiento económico y el desarrollo. A diferencia de las teorías de crecimiento tradicionales que se centran en factores externos, como la acumulación de capital y las transferencias tecnológicas, esta perspectiva sostiene que la capacidad de un territorio para innovar, invertir en capital humano y crear conocimiento es fundamental para su progreso económico a largo plazo.

En este contexto, la creación de conocimiento y la innovación se consideran motores esenciales del crecimiento económico. La inversión en investigación y desarrollo, los avances tecnológicos y la educación constituyen pilares que impulsan la productividad y la competitividad de las economías. El capital humano adquiere un papel central, ya que la formación y capacitación orientadas a la mejora de la competitividad, la productividad y la innovación son la base para generar procesos de desarrollo sostenibles y dinámicos (Boisier, 2004; Vázquez, 2007).

Un concepto clave dentro de esta teoría es el de “aprender haciendo”, que plantea que tanto empresas como trabajadores, al acumular experiencia en la producción de bienes y servicios, incrementan su eficiencia y capacidad innovadora con el tiempo. Este proceso se ve reforzado por externalidades positivas, como las inversiones en educación, que no sólo benefician a los individuos, sino que también elevan el nivel general de conocimiento y productividad de la sociedad. Asimismo, el espíritu empresarial y la existencia de instituciones de apoyo son reconocidos como factores esenciales, pues la creación de nuevos negocios y oportunidades laborales depende de marcos institucionales que favorezcan la innovación y la competitividad (Vázquez, 2009).

Desde la perspectiva territorial, Boisier (2004), advierte que el desarrollo no puede imponerse desde el centro hacia la periferia, sino que debe surgir de las propias capacidades locales. En este sentido, el desarrollo endógeno se vincula con la descentralización, entendida no sólo como una reforma administrativa, sino como un cambio cultural que habilita a las comunidades a gestionar sus recursos y diseñar estrategias acordes con sus realidades. La descentralización, cuando se articula con la innovación y el conocimiento, permite que los

territorios sean quienes construyen su propio destino, fortaleciendo la cohesión social y la democracia.

Así mismo, Boisier (1970), señala que las estrategias de desarrollo basadas exclusivamente en la polarización industrial han generado desequilibrios territoriales y dependencia de los centros urbanos más dinámicos. Frente a ello, el desarrollo endógeno propone superar la lógica de polos aislados mediante la construcción de redes locales de innovación y cooperación, capaces de internalizar los beneficios del crecimiento y distribuirlos de manera más equitativa en el territorio. Esta visión refuerza la idea de que el progreso tecnológico no es un fenómeno exógeno, sino el resultado de decisiones deliberadas en materia de inversión en investigación y acumulación de conocimientos.

El desarrollo endógeno incorpora además los principios de sostenibilidad, al reconocer la necesidad de equilibrar el crecimiento económico con la conservación ambiental y el bienestar social. En ese mismo sentido, las estrategias basadas en el lugar cobran relevancia, ya que se adaptan a las fortalezas y desafíos específicos de cada región, aprovechando sus activos únicos para impulsar el desarrollo. La colaboración entre empresas, instituciones de investigación y gobiernos locales se convierte en un elemento decisivo, pues facilita el intercambio de conocimientos, la transferencia de tecnología y el aprendizaje mutuo, creando un entorno propicio para la innovación sostenida (Boisier, 2004).

La relevancia de estos modelos radica en que ofrecen una explicación más realista de las dinámicas de desarrollo, al reconocer que las economías no crecen de manera automática ni uniforme, sino que dependen de decisiones estratégicas y de la capacidad de generar conocimiento y aplicarlo productivamente. Además, al incorporar la idea de externalidades positivas, como las derivadas de la educación y la investigación, la teoría endógena muestra cómo el crecimiento puede ser sostenido si se fomenta un entorno institucional que reduzca costos de transacción y estimule la cooperación entre actores económicos. En consecuencia, esta perspectiva no sólo corrige las limitaciones de la teoría neoclásica, sino que también ofrece un marco para diseñar políticas orientadas a fortalecer el capital humano, la innovación y la gobernanza como pilares del desarrollo económico sostenible (Arrow, 1962; Barro, 1990; Boisier, 1970, 2004; Frankel, 1962; Lucas, 1988; Rebelo, 1991; Romer, 1986b, 1990; Vázquez, 2009, 2007).

III.2.9. Falacias del desarrollo

A pesar de que existe una gran diversidad de teorías del desarrollo, existen algunas falacias de manera general que se analizan para lograr una objetividad en la aplicación de las teorías.

La primera falacia hace referencia a la idea de que existe una sola causa explicativa para el subdesarrollo, la cual se buscaba atender por parte de los gobiernos con estrategias de aumento al ahorro, el crecimiento del comercio internacional, el fomento del emprendimiento empresarial, entre otros.

La segunda falacia refiere a la manipulación de la información estadística, así como de los indicadores y el acceso o participación igual de la población en dichos indicadores.

La tercera falacia es aquella de que existe un desarrollo lineal, puesto que los modelos no contemplan los entornos previamente existentes a la hora de realizar cálculo de las regiones, es decir, no todos cuentan con el mismo desarrollo, no parten del mismo nivel (Adelman, 2008; Arcos, 2008).

III.3. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la teoría económica y de desarrollo para las variables de la investigación

El capítulo III aborda los modelos de Hélice como marcos teóricos y prácticos para comprender la interacción entre actores clave en el desarrollo económico e industrial. Se destacan la Triple Hélice, la Cuádruple Hélice, la Penta Hélice y la N-tuple Hélice, enfatizando que la primera constituye la base conceptual de las demás.

La Triple Hélice, propuesta por Etzkowitz (2002), plantea la colaboración entre universidad, industria y gobierno en tres dimensiones: la acción individual de cada actor, la influencia bilateral y la creación de redes trilaterales.

La Cuádruple Hélice, planteada por Leydesdorff (2012), amplía este enfoque al incluir a la sociedad como agente fundamental, mientras que la Penta Hélice incorpora la dimensión ambiental como eje de sostenibilidad (Khusniyah, 2020; Orozco, 2019).

Finalmente, la N-tuple Hélice reconoce la posibilidad de integrar múltiples actores, aunque con cautela debido a la complejidad de su articulación (Leydesdorff, 2012).

El capítulo también revisa teorías económicas que sustentan la aplicación de estos modelos, como la economía institucional, la teoría de los costos de transacción y la teoría del desarrollo institucional. North (1981, 1993, 1994) subraya que las instituciones son las

“reglas del juego” que estructuran incentivos y condicionan el desempeño económico, mientras que Coase (1960, 1994) y Williamson (1979), destacan el papel de los costos de transacción en la eficiencia de las organizaciones. Ostrom (1990, 2005). complementa esta visión al demostrar que la gobernanza policéntrica y la autogestión comunitaria pueden ser más efectivas que los modelos centralizados en la gestión de recursos comunes. Estas aportaciones permiten comprender cómo los marcos institucionales influyen en la innovación, la competitividad y la sostenibilidad.

Este capítulo ofrece una visión integral que vincula los modelos de Hélice con teorías económicas contemporáneas, mostrando que la innovación y el desarrollo industrial requieren tanto de la interacción entre actores como de instituciones sólidas y adaptativas. La convergencia entre universidad, industria y gobierno, se presenta como un camino viable para enfrentar los retos de la globalización y promover un desarrollo inclusivo y sostenible, siendo clave en dicho proceso que se tome en cuenta a la sociedad y, al mismo tiempo, que el cuidado del medio ambiente se erija como una condición ineludible.

Es así como se puede concluir que los modelos de Hélice constituyen herramientas analíticas y prácticas para fomentar la innovación y el desarrollo industrial. La Triple Hélice se mantiene como el modelo base, mientras que la Cuádruple y la Penta Hélice reflejan la necesidad de incluir a la sociedad y al medio ambiente en los procesos de desarrollo.

La teoría institucional demuestra que el desempeño económico depende de la calidad de las instituciones y de su capacidad para reducir la incertidumbre y los costos de transacción (North, 1993; Williamson, 1979). En este sentido, la interacción entre instituciones y organizaciones define las trayectorias de crecimiento y desarrollo.

La perspectiva de Ostrom (1990, 2005), aporta un enfoque complementario al destacar la importancia de la gobernanza policéntrica y la autogestión comunitaria, lo que refuerza la idea de que el desarrollo institucional no debe depender exclusivamente del Estado, sino también de la capacidad de las comunidades para generar reglas colectivas.

Es así, que el contenido del capítulo evidencia que la innovación y el desarrollo industrial requieren tanto de la cooperación entre actores como de marcos institucionales sólidos y flexibles, siendo así los modelos de Hélice, una herramienta pertinente para el fortalecimiento de estos enfoques en un contexto globalizado y orientado hacia la sostenibilidad.

Capítulo IV

Desarrollo empírico de los modelos de Hélice

Introducción al capítulo

El presente capítulo expone los desarrollos empíricos relacionados con la aplicación de los modelos de Hélice, sustentados en una recopilación minuciosa de investigaciones realizadas por diversos autores en distintos contextos nacionales y regionales.

La revisión se organiza en cuatro apartados principales: en primer lugar, se presentan los estudios vinculados al modelo de Triple Hélice, seguido de aquellos que abordan la Cuádruple Hélice, posteriormente los referentes a la Penta Hélice, y finalmente los análisis asociados a la N-tuple Hélice. A partir de esta estructura, se presenta un análisis comparativo de los estudios de caso, sistematizados en la Tabla 2, lo que permite conformar el estado del arte de la presente investigación.

La organización del capítulo busca no sólo describir la evidencia empírica disponible, sino también identificar patrones comunes, diferencias significativas y aportaciones específicas de cada modelo en la generación de innovación y desarrollo industrial. En este sentido, el análisis de los estudios recopilados permite reconocer tanto los avances como las limitaciones de las distintas aproximaciones, ofreciendo insumos para la construcción de una postura crítica frente a la literatura existente.

Finalmente, el capítulo culmina con un resumen crítico que establece la coherencia entre los hallazgos empíricos y el marco teórico previamente desarrollado, preparando el terreno para el contraste metodológico y econométrico en los apartados posteriores.

IV.1. Investigación inherente al modelo de Triple Hélice

En España se han desarrollado investigaciones que han sentado bases en análisis cuantitativos y son trascendentales entorno a la Triple Hélice. En particular, Luengo y Obeso (2013), examinaron las variables impacto económico respecto al porcentaje de innovaciones, actividades de innovación de proveedores, competidores, universidad, consultores,

laboratorios e institutos privados, concluyeron que los resultados de la innovación dependen en gran medida de la importancia que dan los directivos de la empresa, a la información proporcionada por cualquiera de los vértices de la Triple Hélice.

Del mismo modo, en México se han llevado a cabo estudios cualitativos que profundizan en las motivaciones y barreras de la vinculación. Sarabia (2016), mediante un análisis de casos acompañado de una revisión bibliográfica, identificó como variables más importantes las motivaciones, las vinculaciones, las empresas, las políticas públicas, los investigadores y las universidades, obteniendo como resultado que la vinculación entre entes es difícil, más aún si no se contempla motivaciones y barreras presentes.

En una vertiente más prospectiva, Laines *et al.* (2022), abordaron la Triple Hélice bajo un método de corte exploratorio y descriptivo, acompañado de una revisión bibliográfica, en el cual las variables que identificaron fueron los objetivos, los retos y desafíos, la fábrica inteligente y las tecnologías habilitadoras de la op, en la cual concluyeron que es indispensable el diseño de políticas públicas que fomenten la Investigación más Desarrollo (I+D) a través del modelo de Cuádruple Hélice enfocado a la industria 4.0 con las características de fomentar la sustentabilidad y sostenibilidad con el entorno.

Otra línea de investigación en México ha cuantificado los determinantes de la cooperación intrainstitucional. Mediante un estudio transversal-descriptivo, Sapién *et al.* (2015), seleccionaron la interacción como variable, y obtuvieron como resultado que la certificación y competencias académicas, laborales, y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) fortalecen el modelo de Triple Hélice para la generación de innovación basada en el conocimiento.

La experiencia costarricense aporta una perspectiva regional centroamericana. Chang (2010), a partir de una revisión bibliográfica, utilizando como variables el cambio tecnológico, la cooperación y las alianzas, obtuvo como resultado que las relaciones de vinculación se deben concretar en acciones y proyectos que satisfagan tanto las necesidades de la universidad, de la empresa y de la I+D que presentan las organizaciones.

En Inglaterra y Estados Unidos (EE. UU.), Gutiérrez *et al.* (2022), emplearon el método de revisión de patentes y la metodología para medir la incertidumbre propuesta por Leydesdorff, Park y Lengynel, para los cuáles usaron las variables inversión, creatividad, universidad, industria, gobierno, universidad/industria, universidad/gobierno,

industria/gobierno y universidad/industria/gobierno, del cual derivó como resultado que la comparación de entropías es útil para conocer la vinculación de Triple Hélice.

Continuando con los análisis latinoamericanos, en una investigación realizada en Colombia por Múnera *et al.* (2008), se utilizó el método de revisión de tres niveles entorno al papel de las instituciones, las dinámicas inter organizacionales y las redes de precepciones interpersonales acerca de las posibilidades de una economía del conocimiento en sus propios sectores, donde identificaron como variables la calidad regulatoria, la ausencia de barreras al comercio y el cumplimiento de la ley, la productividad y la competitividad, obteniendo como resultado que la falta de vinculación y comunicación entre los sectores independientes ha provocado que a pesar de la disposición y buenas intenciones por generar Investigación más Desarrollo (I+D) a través de modelos de Hélices, se rezaguen las actividades derivado de la mala gestión en los tres sectores.

Un acercamiento a entornos subnacionales de México se dio con López (2021), mismo que utilizó el método de estudio de casos, en la cual identificó como variables la inversión en desarrollo científico y tecnológico, y obtuvo como resultado que los parques de innovación tecnológica proporcionan ventajas competitivas a través de la generación de productividad científica.

La vinculación basada en TIC fue el foco Torres (2019), quien en Chile implementó el método de revisión bibliográfica, planteó como variable dichas bases de vinculación, obteniendo como resultado que el uso de las TIC es indispensable para la vinculación e interacción entre actores.

De igual manera que en el primer caso presentado al principio de este apartado, en España, González (2009), realizó una investigación bajo el método de revisión bibliográfica en el que identificó como variables la intervención pública, las causas y efectos de las innovaciones, especialmente aquellas basadas en el conocimiento, de lo cual obtuvo como resultado que la Triple Hélice contribuye a la solución de problemas medioambientales y social, sin embargo, debe ser adaptada de acuerdo a las circunstancias.

En el contexto de Iberoamérica, y más concretamente en Brasil, Klein y Pereira (2021), indagaron cómo las revoluciones académicas y los modelos de universidades emprendedoras configuran espacios de innovación. Su revisión bibliográfica reveló que la

figura de la universidad emprendedora resulta clave para generar y apoyar cambios productivos que impulsen el desarrollo económico regional.

Profundizando en el entorno mexicano, Ponce y Güemes (2017), combinaron un análisis bibliográfico con la metodología *Serviceable Available Market* (SAM, por sus siglas en inglés) para evaluar los determinantes de la vinculación universidad-industria-gobierno. Al centrar sus variables en los recursos humanos, los recursos financieros y la infraestructura, concluyeron que identificar estos factores esenciales permite diseñar los cambios internos y estructurales necesarios para fortalecer las interacciones colaborativas.

Uno de los principales autores de los modelos de Hélice, Etzkowitz (2003), aplicó una revisión bibliográfica respaldada por décadas de experiencia para demostrar cómo la interacción entre universidad, gobierno e industria constituye un marco flexible que guía el desarrollo económico y social basado en la generación y aplicación del conocimiento.

Desde una perspectiva académica norteamericana, Yang *et al.* (2021), abordaron en Stanford la relevancia de las “unidades interdisciplinarias intrauniversitarias” mediante un estudio exploratorio. Sus hallazgos subrayan que dichas estructuras, al velar estratégicamente por el financiamiento y la revisión del sector académico, desempeñan un papel determinante en la transferencia de conocimiento y la generación de innovación.

Ampliando el análisis del entorno universitario mexicano, Castillo *et al.* (2015), bajo el método de revisión bibliográfica, implementaron usaron las variables entes híbridos entre sociedad, universidad , gobierno y empresa, y con base en sus resultados propusieron que se debe crear un centro de investigación con características de participación, constitución y financiamiento híbridas.

En una investigación realizada en Corea del Sur y Países Bajos por Park *et al.* (2005), investigaron la colaboración Triple Hélice en Corea del Sur y Países Bajos empleando una triangulación de indicadores webométricos, scientométricos y technométricos, para lo cual, posterior a su análisis de resultados, recomendaron que se deben implementar políticas que impulsen la cooperación y la innovación basada en conocimiento.

El presente apartado resume varios estudios de investigación realizados por diferentes autores en diferentes países, centrándose en la teoría de la Triple Hélice y su impacto en la innovación y el desarrollo. Cada estudio identifica y examina varias variables relacionadas con el modelo de Triple Hélice, incluidos factores como el papel de la academia, el gobierno

y la industria, las motivaciones, las barreras, los incentivos y el uso de la tecnología. Los estudios enfatizan la importancia de la colaboración y cooperación entre estas entidades para fomentar la innovación y el crecimiento económico. El modelo de Triple Hélice es visto como un marco flexible y estratégico para orientar el desarrollo económico y social basado en el conocimiento y la innovación.

IV.2. Investigación inherente al modelo de Cuádruple Hélice

Existen numerosas investigaciones en las que se analizaron los modelos de triple y Cuádruple Hélice en conjunto. Continuando con el análisis de la tabla que se analizó en el apartado anterior, se presenta a continuación el análisis de las investigaciones inherentes al modelo de Cuádruple Hélice, para lo cual se presenta primeramente la realizada en México por Palacios (2020), bajo la metodología no experimental, cuantitativa, transversal y exploratoria, para el cual se utilizó como instrumento de medición un cuestionario, del cual se obtuvo como resultado que la vinculación del gobierno, las cámaras empresariales y la academia es indispensable para una eficiente preparación del capital humano enfocado a la generación de innovación y desarrollo de tecnología.

Continuando con el contexto anterior, en El Salvador, Rivera y Alfaro (2018), analizaron ambos modelos de Hélice, para lo cual utilizaron una metodología de análisis de redes sociales, en el cuál contemplaron variables como las alianzas estratégicas, la sostenibilidad, el cumplimiento de metas y el trabajo colaborativo, del cual obtuvieron como resultado que ambos modelos implican construcciones sociales a lo largo del tiempo donde la confianza mutua constituye un componente fundamental para el trabajo cooperativo.

Procediendo con las investigaciones alusivas directamente a la Cuádruple Hélice, se presenta la investigación desarrollada en España por Urra (2017), bajo el método de planteamiento teórico, las evidencias empíricas, la opinión de expertos y su experiencia personal, quien utilizó como variable la esperanza de vida al nacer, la tasa de alfabetización de adultos, la tasa de escolaridad bruta combinada y el PIBpc real, en el cual obtuvo como resultado que la integración de las comunidades en el modelo de la Cuádruple Hélice es crucial para generar innovación social y desarrollo integral.

Una aportación importante realizada en México, una de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), es la postulada por González *et al.* (2020), que bajo la metodología cualitativa - exploratoria a través de

entrevistas, utilizaron como variables la transferencia de I+D y, la intención empresarial, de lo cual concluyeron que el gobierno federal y la sociedad civil cumplen un rol fundamental como impulsores del emprendimiento tecnológico.

Procediendo a los análisis latinoamericanos, en Colombia, Sepúlveda (2020), realizó una investigación bajo un método de recorrido epistemológico de los modelos económicos de innovación para centrar su atención analítica y reflexiva en un modelo de Cuádruple Hélice, en el cual identificó como variables los negocios, las administraciones públicas, la investigación y la sociedad civil, del cual obtuvo como resultado que 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.

Mientras tanto, en Europa, más específicamente en España, Padial (2019), realizó una investigación bajo el método de investigación-acción: con meta síntesis cualitativa a través de la aplicación de encuestas, de grupos focales y de foros, en el cual las variables que implementó fueron la de empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar, obteniendo como resultado que la ciudadanía y las instituciones apuestan por la cooperación, la alianza estratégica, la delegación de poder y el control ciudadano.

Finalmente, también en España, bajo un enfoque en la región de Barcelona, Bares (2018), realizó una investigación de estudios de caso de Cuádruple Hélice bajo el método , en los cuales se evalúa la innovación, definiendo como variables la competencia laboral, las capacidades innovadoras y la detección temprana de talentos en los estudiantes, concluyendo que la industria y las universidades, deberían estar relacionadas con otro nivel educativo, como son los centros de formación profesional.

En conclusión, varios estudios de investigación han explorado los modelos de triple y Cuádruple Hélice, centrándose en la colaboración entre el gobierno, las empresas, la academia y la sociedad para fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Estas investigaciones destacan la importancia de la confianza, las alianzas estratégicas y los esfuerzos cooperativos entre los diversos actores para lograr resultados exitosos. La integración de las comunidades y la promoción de la innovación social es fundamental en el modelo de Cuádruple Hélice. Además, la participación del gobierno y de la sociedad civil juega un papel fundamental en el apoyo al emprendimiento tecnológico. Para generar desarrollo es fundamental contar con la participación activa y la transferencia de

conocimiento entre las empresas, las administraciones públicas, las instituciones de investigación y la sociedad civil. Por otra parte, la cooperación, las alianzas estratégicas y el control ciudadano son favorecidos por las instituciones y los ciudadanos en España.

Finalmente, la implementación exitosa del modelo de Cuádruple Hélice requiere que la industria y las universidades colaboren con otros niveles educativos, como los centros de formación profesional, para fomentar la competencia laboral, las capacidades innovadoras y la detección temprana de talentos en los estudiantes. En general, estos estudios enfatizan la importancia de la colaboración y la integración entre diversos actores para impulsar la innovación y el desarrollo socioeconómico.

Así mismo, se destaca que existe un interés creciente en el modelo de Penta Hélice como marco para comprender y fomentar la innovación. La investigación realizada en algunos países como México e Indonesia destaca la importancia de considerar a los medios y otros actores además de los modelos tradicionales de triple y Cuádruple Hélice.

El modelo de Penta Hélice ofrece una perspectiva más integral sobre los ecosistemas de innovación y enfatiza la necesidad de sinergia y cooperación entre la academia, la industria, el gobierno, la sociedad civil y los medios para impulsar cambios socioeconómicos positivos. El número específico de actores considerados en el modelo N-tuple Hélice puede variar según el contexto y la complejidad del ecosistema de innovación que se esté estudiando. Permite a los investigadores y formuladores de políticas capturar una imagen más completa de las interacciones y dinámicas dentro del sistema de innovación e identificar oportunidades para una mayor colaboración y sinergia entre el conjunto diverso de actores involucrados.

IV.3. Investigación inherente al modelo de Penta Hélice

En el modelo de Penta Hélice existe literatura, aunque no tan basta como para el modelo de Triple Hélice, para lo cual se presentan algunos análisis como el de Martínez (2012), quien realizó en México una investigación bajo el método de la quinta Hélice sistémica, en el que utilizó como variables la competitividad, la infraestructura (planes y programas estratégicos de desarrollo de la ciudad), la administración de recursos humanos, la escolaridad y el sistema de capacitación, el desarrollo tecnológico (maquinaria, equipo y herramientas y, abastecimiento), la cadena de valor por medio de insumos y logística interna, la compra de insumos, las operaciones (costo de producción, calidad, cantidad y productividad) y, la

mercadotecnia (precio, productos, costos de comercialización y servicio al cliente); de lo cual obtuvo como resultado que el modelo de integración de sectores para generar desarrollo integral de una región, genera condiciones de crecimiento sostenido y progreso en la sociedad, brindando oportunidades para los migrantes nacionales e internacionales.

Por otra parte, en Indonesia también se ha realizado investigación al respecto, por parte de un grupo de investigadores, entre ellos Sudiana (2020), en la cual aplicaron un cuestionario con un análisis factorial confirmatorio, así mismo, utilizaron como variables los académicos, las empresas, el gobierno, la comunidad, los medios, el capital, la concentración poblacional (diáspora) y los sistemas locales de marketing, en el cual obtuvieron como resultado la validación de sus variables, de las cuáles concluyen que son válidas y confiables para medir el apoyo de la Penta Hélice en la innovación.

Otro de los documentos relevantes para los casos de Penta Hélice, es el de Khusniyah (2020), quien realizó una investigación en Indonesia bajo el método de revisión bibliográfica, en el cual planteó como variables la comunidad, los académicos, los medios masivos, los negocios y el gobierno, del cual concluyó que se requiere sinergia de coordinación y colaboración entre los actores de la Penta Hélice.

IV.4. Investigación inherente al modelo de N-tuple Hélice

Finalmente, existe un modelo planteado por uno de los principales exponentes de los modelos de Hélice, Leydesdorff (2012), bajo el método de revisión bibliográfica aunado a su experiencia, en el cual define que cualquier modelo que presente cinco o más Hélices se puede denominar como N-tuple Hélice, dicha investigación se realiza con análisis respecto a China, Japón, México y la Unión Soviética, en el cual plantea como variables la Triple Hélice, las N-tuple Hélices, la universidad, la industria y los gobiernos, de lo cual presenta como resultado que mientras uno no sea capaz de operacionalizar y mostrar el desarrollo en el caso relativamente simple de tres dimensiones, uno debe ser cauteloso al generalizar más allá del modelo Triple Hélice a una N-tupla de Hélices.

De lo anterior se puede concluir que la N-tuple Hélice amplía el modelo para incluir un conjunto de actores las universidades, las instituciones de investigación, las empresas, las agencias gubernamentales, las organizaciones de la sociedad civil, las nuevas empresas, los inversores, los ciudadanos y otras entidades que desempeñen un papel en la innovación y el desarrollo. El modelo enfatiza la importancia de la colaboración y la cooperación entre todos

estos actores para fomentar la innovación, el crecimiento económico y el desarrollo social. Sin embargo, sugiere el autor que se sea precavido en el uso de Hélices extras al modelo base, puesto que podría ser difícil lograr una verdadera vinculación e interacción entre actores.

IV.5. Estudios de caso de los modelos de Hélice

Con el propósito de vincular la revisión teórica y empírica con la evidencia concreta, este capítulo presenta una sistematización detallada de los principales estudios de caso que han abordado la aplicación de los modelos de Hélice en distintos contextos nacionales y regionales.

La información se organiza en dos niveles complementarios que permiten observar tanto la diversidad metodológica como la riqueza de resultados obtenidos. En primer lugar, la Tabla 2 resume los estudios de caso más representativos sobre la Triple, Cuádruple, Penta y N-tuple Hélice, destacando las variables analizadas, los métodos empleados y los hallazgos alcanzados en cada investigación.

En segundo lugar, la Tabla 3 concentra los trabajos econométricos con enfoque específico en la Triple Hélice, lo que permite identificar cómo la interacción entre academia, empresas y gobierno ha sido modelada y cuantificada en la literatura, ofreciendo evidencia empírica sobre la validez de este marco conceptual.

El conjunto de ambas tablas proporciona una visión integrada que facilita la comparación de enfoques, la identificación de patrones comunes y la valoración crítica de las metodologías empleadas. Además, permiten reconocer las diferencias en la aplicación de los modelos según el contexto territorial y el nivel de desarrollo institucional, lo que aporta un insumo clave para comprender la heterogeneidad de resultados en las economías APEC. Esta doble sistematización no sólo refuerza la coherencia entre el marco teórico y la evidencia empírica, sino que también establece un puente hacia el análisis econométrico posterior.

Tabla 2.
Estudios de caso de los modelos de Hélice

Autor (es)	Variables	Método	Modelo	Resultados	País
(Luengo & 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
(Sarabia, 2016)	Motivaciones, vinculación, empresas, políticas públicas, investigadores y universidades.	Análisis de casos y revisión bibliográfica	Triple Hélice	La vinculación entre entes es difícil, más aun si no se contemplan motivaciones y barreras presentes.	México
(Laines <i>et al.</i> , 2022)	Objetivos, retos y desafíos, fábrica inteligente y tecnologías habilitadoras de la industria 4.0	Exploratoria - descriptiva, revisión bibliográfica	Triple Hélice	Es indispensable el diseño de políticas públicas que fomenten la I+D a través del modelo de Cuádruple Hélice enfocado a la industria 4.0 con las características de fomentar la sustentabilidad y sostenibilidad con el entorno.	México
(Sapién <i>et al.</i> , 2015)	La interacción.	Transversal-descriptiva	Triple Hélice	La certificación en competencias académicas, laborales y el uso de las TIC fortalecen el modelo de Triple Hélice para la generación de innovación en una sociedad basada en el conocimiento.	México
(Chang, 2010)	Cambio tecnológico, cooperación, alianzas.	Revisión bibliográfica	Triple Hélice	Las relaciones de vinculación se deben concretar en acciones y	Costa Rica

				proyectos que satisfagan tanto las necesidades de la universidad, de la empresa y de investigación y desarrollo que presentan las organizaciones.	
(Gutiérrez <i>et al.</i> , 2022)	Inversión; creatividad; universidad, industria, gobierno, universidad/industria, universidad/gobierno, industria/gobierno y universidad/industria/gobierno.	Revisión de patentes y metodología para medir la incertidumbre propuesta por Leydesdorff, Park y Lengynel (2013).	Triple Hélice	La comparación de entropías es útil para conocer la vinculación de Triple Hélice.	Inglaterra y EE. UU.
(Múnera <i>et al.</i> , 2008)	Calidad regulatoria, la ausencia de barreras al comercio y el cumplimiento de la ley; productividad y competitividad.	Revisión de tres niveles: el papel de las instituciones, las dinámicas interorganizacionales y las redes de percepciones interpersonales acerca de las posibilidades de una economía del conocimiento en sus propios sectores.	Triple Hélice	La falta de vinculación y comunicación entre los sectores independientes ha provocado que a pesar de la disposición y buenas intenciones por generar I+D a través de modelos de Hélices, se rezaguen las actividades derivado de la mala gestión en los tres sectores.	Colombia
(López, 2021)	La inversión en desarrollo científico y tecnológico.	Estudio de caso	Triple Hélice	Los parques de innovación tecnológica proporcionan ventajas competitivas a través de la generación de productividad científica.	México
(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

(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 social, sin embargo, debe ser adaptada de acuerdo a las circunstancias.	España
(Klein & 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
(Ponce & Guemes, 2008)	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
(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.	Inglaterra
(Yang <i>et al.</i> , 2021)	Unidades interdisciplinarias intrauniversitarias.	Exploratorio	Triple Hélice	Las organizaciones interdisciplinarias deben ser estratégicas en velar por financiamiento y revisión del sector académico.	Universidad de Stanford, USA.
(Castillo <i>et al.</i> , 2015)	Entes híbridos entre sociedad, universidad, gobierno y empresa.	Revisión bibliográfica	Triple Hélice	Se debe crear un centro de investigación con características de participación,	México

				constitución y financiamiento híbridas.	
(Park <i>et al.</i> , 2005)	Webometrix, scientometrics y technometrics	Triangulación de los indicadores webometrics, scientometrics y technometrics	Triple Hélice	Las políticas deben ser encaminadas al fomento de la cooperación, la interacción, y la innovación basada en el conocimiento.	Corea del Sur y Países Bajos
(Palacios, 2020)	Vinculación; crecimiento	No experimental, cuantitativa, transversal y exploratoria, utilizando como instrumento de medición un cuestionario	Triple y Cuádruple Hélice	La vinculación del gobierno, las cámaras empresariales y las universidades es indispensable para una eficiente preparación del capital humano enfocado a la generación de innovación y desarrollo de tecnología.	México
(Rivera & 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
(Urra, 2017)	Esperanza de vida al nacer; tasa de alfabetización de adultos; tasa de escolaridad bruta combinada; PIB per cápita real.	Experiencia, planteamiento teórico, evidencias empíricas, opinión de expertos	Cuádruple Hélice	La integración de las comunidades en el modelo de Cuádruple Hélice es crucial para generar innovación social y desarrollo integral.	España
(González <i>et al.</i> , 2020)	"Transferencia de investigación y desarrollo" e "intención empresarial".	Cualitativo - exploratorio (entrevistas)	Cuádruple Hélice	El gobierno federal y la sociedad civil cumplen un rol fundamental	México

				como impulsores del emprendimiento tecnológico.	
(Sepúlveda, 2020)	Negocios, administraciones públicas, investigación y sociedad civil.	Recorrido epistemológico de los modelos económicos de innovación para centrar su atención analítica y reflexiva en un modelo de Cuádruple Hélice	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
(Padial <i>et al.</i> , 2019)	Empatizar, definir, idear, prototipar y evaluar.	Investigación-acción; meta síntesis cualitativa (encuestas, focus group, foros).	Cuádruple Hélice	La ciudadanía y las instituciones apuestan por la cooperación, la alianza estratégica, la delegación de poder y el control ciudadano	España
(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.	Barcelona, España.
(Martínez, 2012)	Competitividad. Infraestructura: planes y programas estratégicos de desarrollo de la ciudad. Administración de recursos humanos, escolaridad y sistema de capacitación. Desarrollo tecnológico: maquinaria, equipo y herramientas y abastecimiento; cadena de valor por medio de insumos y logística interna;	Quinta Hélice sistémica	Penta Hélice	El modelo de integración de sectores para generar desarrollo integral de una región genera condiciones de crecimiento sostenido y progreso en la sociedad, brindando oportunidades para los migrantes nacionales e internacionales.	México

	compras de insumos. Operaciones: costo de producción, calidad, cantidad, productividad. Mercadotecnia: precio, producto, costo de comercialización y servicio al cliente.				
(Sudiana <i>et al.</i> , 2020)	Académicos, empresas, gobierno, comunidad, medios, capital, la concentración poblacional (diáspora) y los sistemas locales de marketing.	Cuestionario, con análisis factorial confirmatorio.	Penta Hélice	Las variables son válidas y confiables para medir el apoyo de la Penta Hélice en la innovación.	Indonesia
(Khusniyah, 2020)	Comunidad, académicos, medios masivos, negocios y gobierno.	Revisión bibliográfica	Penta Hélice	Se requiere sinergia de coordinación y colaboración entre los actores de la Penta Hélice.	Indonesia
(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, uno debe ser cauteloso al generalizar más allá del modelo TH a una N - tuple de Hélices	China, Rusia, Japón, Hungría y México.

Fuente: Elaboración propia con base en la recopilación bibliográfica de estudios de caso inherentes a los modelos de Hélice (2025).

IV.6. Econometría aplicada con un enfoque hacia los modelos de Hélices

La implementación de econometría resulta clave para realizar análisis del comportamiento de datos, más en específico, en la presente investigación resulta esencial contemplar la información que existe de esta naturaleza, para lo cual el análisis se centra en el uso de modelos econométricos aplicados al estudio de la Triple Hélice en distintos países y regiones, destacando su impacto en el desarrollo innovador, la calidad de vida, la competitividad económica y la sostenibilidad ambiental. La Tabla 3 analiza el estado del arte revisa casos específicos que abarcan desde economías avanzadas, como las escandinavas y China, hasta economías emergentes y transfronterizas, como las de Polonia, Rusia y la región de la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN, por sus siglas en inglés).

Cada caso de estudio utiliza metodologías econométricas para evaluar variables clave, como el gasto en investigación y desarrollo, la productividad laboral, la actividad innovadora y las políticas públicas. Estos trabajos no solo examinan la influencia de cada actor de la Triple Hélice, sino que también proponen modelos de evaluación que integran elementos como las infraestructuras digitales, la sostenibilidad ambiental y la innovación tecnológica.

Dicha revisión tiene como objetivo identificar los estudios más relevantes que auxilien en la identificación patrones, fortalezas y limitaciones en la implementación del modelo de Triple Hélice, proporcionando un panorama sobre su aplicabilidad y efectividad en diferentes contextos. Asimismo, este ejercicio pretende resaltar las sinergias entre los actores involucrados y las estrategias más efectivas para optimizar el desarrollo regional y nacional mediante la innovación colaborativa.

Primeramente, se consideran los estudios realizados hacia la ASEAN por Afzal *et al.* (2017, 2018), en los cuales utiliza un enfoque econométrico para evaluar la relación entre diversas variables relacionadas con la innovación y el desarrollo económico. Destacan variables como el gasto en I+D, productividad laboral y normas culturales, con resultados que refuerzan la dependencia de la producción de alta tecnología en el financiamiento gubernamental y empresarial, así como en la educación. Este caso ilustra la relevancia de la Triple Hélice para potenciar economías tecnológicas emergentes en el sudeste asiático.

En un estudio realizado en Rusia por Egorov y Pospelova (2024), se emplea un modelo de Hélice cuádruple para correlacionar el desarrollo innovador con la calidad de vida

en Rusia. Se considera un enfoque predictivo robusto, utilizando indicadores como el gasto público en ciencia y educación. Los hallazgos muestran cómo las políticas gubernamentales impulsan el desarrollo regional, integrando innovación y bienestar social.

Por otra parte, a través de un Modelo de Rezagos Distribuidos Autorregresivos Aumentados Transversalmente (CS-ARDL, por sus siglas en inglés), Mabrouki (2023), analizó el impacto de variables como las patentes, el capital humano y el PIB en los Países Escandinavos. Los resultados destacaron una relación positiva entre las patentes y el crecimiento económico, reforzando la importancia de infraestructuras de innovación y sistemas de patentes para economías desarrolladas.

Para ilustrar cómo las dimensiones tecnológica y humana pueden integrarse con objetivos ambientales, en China Wang *et al.* (2021), evaluaron el impacto del capital humano y tecnológico en la eficiencia ecológica local mediante un modelo espacial econométrico. Sus resultados subrayan la necesidad de equilibrar desarrollo ambiental y avance tecnológico en economías de rápido crecimiento.

En Europa, y concretamente en las regiones transfronterizas de Polonia, Ramanowski (2017, 2020), llevó a cabo dos estudios que ponen de relieve el papel del apoyo público al modelo de Triple Hélice en el fomento del desarrollo local. No obstante, su análisis advierte que una infraestructura técnica mal planificada puede generar efectos contraproducentes, lo que destaca la urgencia de diseñar estrategias públicas más integrales.

Por último, el caso ruso muestra otra dimensión de la interacción entre innovación y espacio urbano. Kostina y Kostin (2024), investigaron la relación entre ciudades inteligentes y empresas de alta tecnología, demostrando a través de un análisis de regresión inversa que la digitalización municipal impulsa la innovación empresarial. Este hallazgo confirma un vínculo bidireccional entre infraestructura inteligente y dinamismo tecnológico.

Con base en el análisis de la Tabla 3 se divisa que la diversidad de casos resalta cómo la Triple Hélice, adaptada a contextos específicos, puede facilitar el desarrollo innovador y económico. En economías avanzadas como las escandinavas y China, la integración tecnológica y el capital humano son determinantes clave. Por otro lado, economías emergentes y regiones específicas (Polonia, Rusia) requieren enfoques personalizados que incluyan apoyo gubernamental y sinergias entre sectores.

Tabla 3.
Estudios de caso de econometría con enfoque a la Triple Hélice

Autor (es)	Variables	Modelo	Modelo de Hélice	Resultados	País
(Afzal <i>et al.</i> , 2018)	HTE (dependiente) es el volumen de exportación de alta tecnología (en USD) RDE es gasto en investigación y desarrollo (en volumen USD), SJA como <i>proxy</i> del número de publicaciones científicas (números absolutos) LPP es la productividad laboral general (valor absoluto como en el índice) FFE es para financiamiento para emprendedores (valor absoluto como en el índice) GSP como <i>proxy</i> para apoyo y políticas gubernamentales (valor absoluto como en el índice) PET para educación y capacitación empresarial post-escolar (valor absoluto como en el índice) CSN como normas culturales y sociales el grado en el cual a un emprendedor se le permite inventar un nuevo modelo de negocios (valor absoluto como en el índice)	Econometría CD Test Prueba de raíz unitaria de segunda generación en presencia de dependencia transversal de Westerlund Regresión con errores estándar de Driscoll-Kraay, estimaciones con presencia de CD.	Triple Hélice	La producción basada en tecnología con valor agregado económico depende de nuevas ideas de las universidades, el gasto gubernamental en I+D, la educación y capacitación empresarial postescolar, el financiamiento de los empresarios y la productividad laboral general en las grandes economías de la ASEAN.	Rusia

(Egorov & Pospelova, 2024)	Nivel de desarrollo innovador	Econometría Modelo TH para medir la interacción hacia el desarrollo innovador	Triple Hélice	Este artículo demuestra la posibilidad de una evaluación predictiva de la calidad de vida de la población en un territorio en función del nivel de desarrollo de la innovación en el país dentro del marco del modelo de Cuádruple Hélice. Así, los resultados de la investigación demuestran una cierta relación entre los índices considerados, lo que permite utilizar la fórmula de dependencia de regresión del tipo $y = ax + b$ para modelar las previsiones del efecto del desarrollo innovador en la mejora del nivel y la calidad de vida de la población	Rusia
	<u>Bloque A. Ciencias y Educación (SEdC)</u> Número de personal dedicado a la investigación y el desarrollo, respecto del promedio anual de personas empleadas en la economía, % Número de patentes expedidas para invenciones y modelos de utilidad por cada 10.000 habitantes de la fuerza laboral (LF), unidades Coeficiente de actividad inventiva, % Número de estudiantes matriculados en programas de licenciatura, especialización y maestría por cada 10.000 personas <u>Bloque B. Industria</u> Nivel de actividad innovadora de las organizaciones, % Participación de bienes, obras y servicios innovadores en el volumen total de bienes, obras y servicios enviados, millones de rublos Porcentaje de los costes de las organizaciones por la actividad innovadora en el volumen total de bienes enviados, obras realizadas y servicios, % Número de tecnologías de producción avanzadas utilizadas por cada 100				

	unidades de empresas y organizaciones <u>Bloque C. Gobierno</u> Porcentaje del gasto del presupuesto federal en ciencia civil respecto del PBR Porcentaje del gasto interno en investigación y desarrollo respecto del PBR Porcentaje de los costes de introducción y uso de tecnologías digitales en el GRP Relación entre las exportaciones y las importaciones de tecnologías y servicios tecnológicos				
(Egorov <i>et al.</i> , 2015)	Ciencia/educación (I1) Porcentaje de organizaciones que realizan I+D Porcentaje de personal que realiza I+D Para el número de elemento de propiedad intelectual Negocio (mercado) (I2) Nivel de actividad innovadora de las organizaciones Porcentaje de gastos destinados a innovaciones tecnológicas Peso específico del volumen de bienes, trabajos y servicios innovadores en el volumen total de	Modelo econométrico del espacio dimensional de innovaciones.	Triple Hélice	Los autores han desarrollado un método econométrico de evaluación cuantitativa de la actividad innovadora de los actores económicos de la región de diferentes niveles sobre la base del modelo de espacio dimensional de innovación, que permite evaluar el papel de cada participante de la Triple Hélice en el desarrollo innovador de la región en su conjunto, así como desglosado por municipio específico, sector de la economía real, clústeres innovadores específicos del territorio, etc.	Rusia

	bienes enviados, trabajos y servicios realizados Estado (política) (I3) Para actos legislativos, leyes y reglamentos relativos a políticas innovadoras Por el número de organizaciones de infraestructura innovadoras Para los costes de I+D			
(Mabrouki, 2023)	Producto interno bruto per cápita (US\$ a precios constantes de 2010 (PIB)) Gasto público sobre Educación % del PIB (PEE) Esperanza de vida al nacer (EVN), que son los dos componentes del capital humano (educación y salud). La EVN refleja el nivel general de mortalidad de una población. Mide el estado de salud en todos los grupos de edad Solicitudes de patentes, residentes (PAT) que representa la importancia de la patente en términos de incitación a la innovación tecnológica. Para evitar los problemas de sesgo de variable omitida, se tomaron varias variables de control, como la formación bruta de capital fijo per cápita (US\$ a precios constantes de 2010 (FBCF)) y la población (POP).	Econometría CIPS de Pesarán CADF Dickey Fuller métodos de cointegración Westerlund Modelo de rezagos distribuidos autorregresivos aumentados transversalmente (CS-ARDL) con el estimador de grupo de media agrupada (PMG).	Triple Hélice	Los resultados empíricos indican que existe una relación de cointegración estable a largo plazo entre educación, esperanza de vida al nacer, población, formación bruta de capital fijo y crecimiento. Los resultados empíricos también muestran que el número de patentes en los países escandinavos tiene un efecto estadísticamente significativo y positivo sobre el crecimiento económico. Confirman un aumento de los registros de patentes del 10%, lo que genera un crecimiento económico del 0,01%. También muestran que existe una relación causal entre los flujos de patentes y el PIB. Por lo tanto, es esencial adoptar políticas para acelerar la innovación tecnológica para lograr un sólido crecimiento económico a largo plazo. Por lo tanto, es esencial

			encontrar formas de mejorar la infraestructura de innovación, incluido el sistema de patentes.	
(Egorov <i>et al.</i> , 2019)	Número de publicaciones en revistas revisadas por pares e índices de citas, el número de solicitudes de patentes y el número de patentes recibidas son aplicables para el componente U (universidad). El componente B (negocios) generalmente se entiende como el negocio tecnológico (industria) enfocado en la introducción de productos de alta tecnología provenientes del componente U en la industria. El análisis de la actividad política estatal y su impacto en el desarrollo de los componentes U y B de la Triple Hélice es importante para estudiar el componente G (gobierno)	Modelo econométrico de Triple Hélice	Triple Hélice En este artículo se describe la metodología de evaluación integral y el modelo econométrico pertinente basado en el concepto de Triple Hélice, que, a partir de expresiones trigonométricas conocidas, permite una evaluación cuantitativa de las contribuciones de cada uno de los participantes de la tríada al desarrollo integral de la innovación en entidades económicas de diferentes escalas. La modelización económica y matemática presentada, basada en el modelo del autor, permite evaluar la actividad innovadora de los participantes de la Triple Hélice en el desarrollo económico en toda la región, así como en el sector real de la economía, los clústeres regionales de innovación, etc.	Rusia
(Lawton & Leydesdorf, 2022)		Bibliométrico	Triple, cuádruple y quíntuple Hélice Resume las respuestas a las críticas a los modelos de Hélices de orden superior, enfatizando la necesidad de un marco teórico más unificado y al mismo tiempo cuestionando el valor agregado de estas extensiones. El artículo continúa el debate sobre	España

				la relevancia y el estatus de las Hélices triples y de orden superior para comprender el espíritu empresarial.	
(Park & Stek, 2022)		Conjeturas a partir de análisis bibliométricos.	Triple Hélice	Destaca los desafíos en la evaluación y análisis de estas colaboraciones de orden superior, particularmente en relación con la innovación del conocimiento, y sugiere áreas para futuras investigaciones sobre la medición de Hélices de n-tuplas.	México
(Cai & Lattu, 2022)		Bibliométrico	Triple y Cuádruple Hélice	Compara los modelos de innovación Triple Hélice y Cuádruple Hélice, abordando la falta de comparación sistemática en la literatura existente. Identifica tres perspectivas sobre su relación y destaca que los modelos son en gran medida complementarios y ofrecen ideas para ayudar a los investigadores a elegir marcos apropiados para estudios empíricos sobre procesos de innovación.	
(Virkkala & Mariussen, 2021)	Expectativa, experiencia e importancia	Método alternativo para medir cuantitativamente cómo diferentes redes de innovación en	TH	Presenta un nuevo método cuantitativo para medir cómo varias redes de innovación crean diferentes tipos de sinergias complejas, abordando las limitaciones de los estudios a nivel macro existentes. Analiza datos de 10 casos regionales	

		una variedad de formas crean diferentes tipos de sinergias complejas.		en la región del Mar Báltico para explorar la formación de estas redes dentro y entre Hélices, regiones y niveles geográficos, destacando el papel de las expectativas y experiencias, y brechas.	
(Wang <i>et al.</i> , 2021)	Pregrado en IES regulares Número de empleados educativos Gasto en educación Gasto en ciencia y tecnología Stock de activos fijos Número de empleados científicos y tecnológicos Número de artículos científicos Número de patentes PIB	Global-Malmquist: Network DEA Gravity model Spatial econometric model	Triple Hélice	El capital de innovación tecnológica de otras regiones impacta negativamente la eficiencia ecológica local, mientras que los recursos humanos científicos y tecnológicos locales influyen positivamente en ella, conducir a recomendaciones de políticas para que los gobiernos locales equilibren los objetivos ambientales y de desarrollo.	China
(Masso <i>et al.</i> , 2013)	Innovación de producto Innovación de procesos Nuevos productos como % de ventas Figura ficticia de compromiso continuo con la I+D Gasto en innovación por empleado Fuentes de información dentro de la empresa o el grupo Los competidores como fuentes de información Las universidades como fuentes de información Falta de fuentes de financiación adecuadas	Crépon <i>et al.</i>	Triple Hélice	Si bien las empresas de propiedad extranjera muestran inicialmente mayores resultados de innovación, esta ventaja disminuye si se tienen en cuenta las características de la empresa, y la inversión en el exterior influye positivamente en la innovación para ambos tipos de empresas. El estudio enfatiza la importancia de las actividades internacionales para mejorar la innovación y sugiere que las políticas gubernamentales deberían fomentar la creación de redes	Estonia

El costo de la innovación Personal calificado Información sobre tecnología Información sobre los mercados		empresariales regionales e internacionales.			
(Egorov <i>et al.</i> , 2015)	Educación Mercado Políticas	Modelo econométrico del espacio dimensional de innovaciones	Triple Hélice	Destaca que el desarrollo innovador de estas regiones está impulsado principalmente por las contribuciones de la ciencia y la educación, lo que indica la necesidad de una mejor integración de las innovaciones universitarias y de I+D en el desarrollo regional. El método propuesto se considera eficaz y puede ayudar a los gobiernos y a las entidades comerciales a tomar decisiones informadas sobre las estrategias de innovación regionales.	Rusia
(Egorov <i>et al.</i> , 2019)	Industria Gobierno Complejo de docencia y educación	Bibliometric and scientométrics	Triple Hélice	Los resultados demuestran la efectividad de la metodología en comparación con otros sistemas de calificación, lo que la convierte en una herramienta valiosa para la toma de decisiones en el desarrollo de la innovación regional.	Rusia
(Cóser <i>et al.</i> , 2018)	Antigüedad académica del investigador Dominio científico del investigador Número de Iniciación Científica, pregrado y otras orientaciones	Datos de panel (1995-2016) Mínimos Cuadrados Ordinarios Breusch-Pragan	Triple Hélice	Identifica que los factores educativos, económicos y políticos impactan significativamente la producción de patentes, destacando los esfuerzos iniciales del gobierno para fomentar el avance tecnológico.	Brasil

	Numero de orientaciones de posdoctorado, maestría y doctorado Número de artículos en revistas Número de libros y capítulos de libros Número de obras, resúmenes ampliados y resúmenes Número de obras técnicas, producción técnica y procesos y técnicas Número de productos tecnológicos Número de producciones artísticas Número de textos en periódicos, artículos en revistas (no periódicas) y otras producciones bibliográficas Número de depósitos de patentes.	Prueba de Hausman			
(Egorov, 2022)	Índice de innovación global (GII), el Índice de Desarrollo Humano (HDI), como base de información se utilizaron el índice de calidad de vida (QLI) y el valor del índice regional ruso de innovación (RRII)	Análisis y evaluaciones comparativas para las regiones	Triple Hélice	Los hallazgos indican una relación significativa entre estos factores, lo que sugiere que el desarrollo innovador impacta positivamente el nivel de vida, lo que puede ayudar a las autoridades regionales en la planificación y gestión estratégicas.	APEC y Lejano Oriente
(Romanowski, 2017)	Ciencia-negocio Administración-ciencia Administración-negocio	Regresión múltiple por pasos hacia atrás	Triple Hélice	Demuestra el impacto positivo del apoyo público a las relaciones dentro del modelo de Triple Hélice en el desarrollo local en las regiones transfronterizas del este de Polonia. Utilizando un modelo econométrico, el estudio confirma que los gastos en infraestructura de actividad innovadora, técnica y de conocimiento influyen	Polonia

				significativamente en el desarrollo local, aunque la variante ampliada de la hipótesis no apoyó la misma conclusión.	
(Romanowski, 2020)	Dependiente: un agregado económico basado en salarios promedio Independientes: - Investigación y desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento. - Información sociedad - Transporte - Energía Aumentando adaptabilidad de los trabajadores y las empresas, empresas y emprendedores Mejora de la calidad del capital humano (Gastos agregados en 44 categorías dedicadas al modelo de Triple Hélice: (Las más relevantes fueron: Gas natural, servicios y aplicaciones para pymes, inversiones en empresas directamente vinculadas a investigación e innovación)).	Modelo econométrico basado en una regresión múltiple por pasos hacia atrás	Triple Hélice	Examina el impacto positivo del apoyo público a las relaciones dentro del modelo de Triple Hélice en el desarrollo local en el oeste de Polonia. Confirma que los gastos en actividades innovadoras contribuyen significativamente al desarrollo local, mientras que los gastos en infraestructura técnica tienen un impacto negativo. El estudio destaca la importancia de los efectos de sinergia bilateral para mejorar el desarrollo local a través del modelo de Triple Hélice.	Polonia occidental
(Kostina & Kostin, 2024)	Dep: Ciudad inteligente Ind: Ingresos anuales de HTKIC Patentes por región	Análisis de regresión inversa	Triple Hélice	Evalúa la influencia mutua entre empresas de alta tecnología y con uso intensivo de conocimiento y ciudades inteligentes, destacando	Rusia

Gastos de digitalización de la región
Gastos del presupuesto de la ciudad
por cada 10,000 residentes

cómo las ciudades inteligentes
generan demanda de productos y
servicios de alta tecnología, lo que a
su vez fomenta el crecimiento de
estas empresas. Utilizando un
modelo modificado de Triple Hélice
y un análisis econométrico, se
encuentra que los servicios
municipales altamente digitalizados
impactan positivamente el desarrollo
de empresas de alta tecnología en
ciudades con poblaciones superiores
al millón.

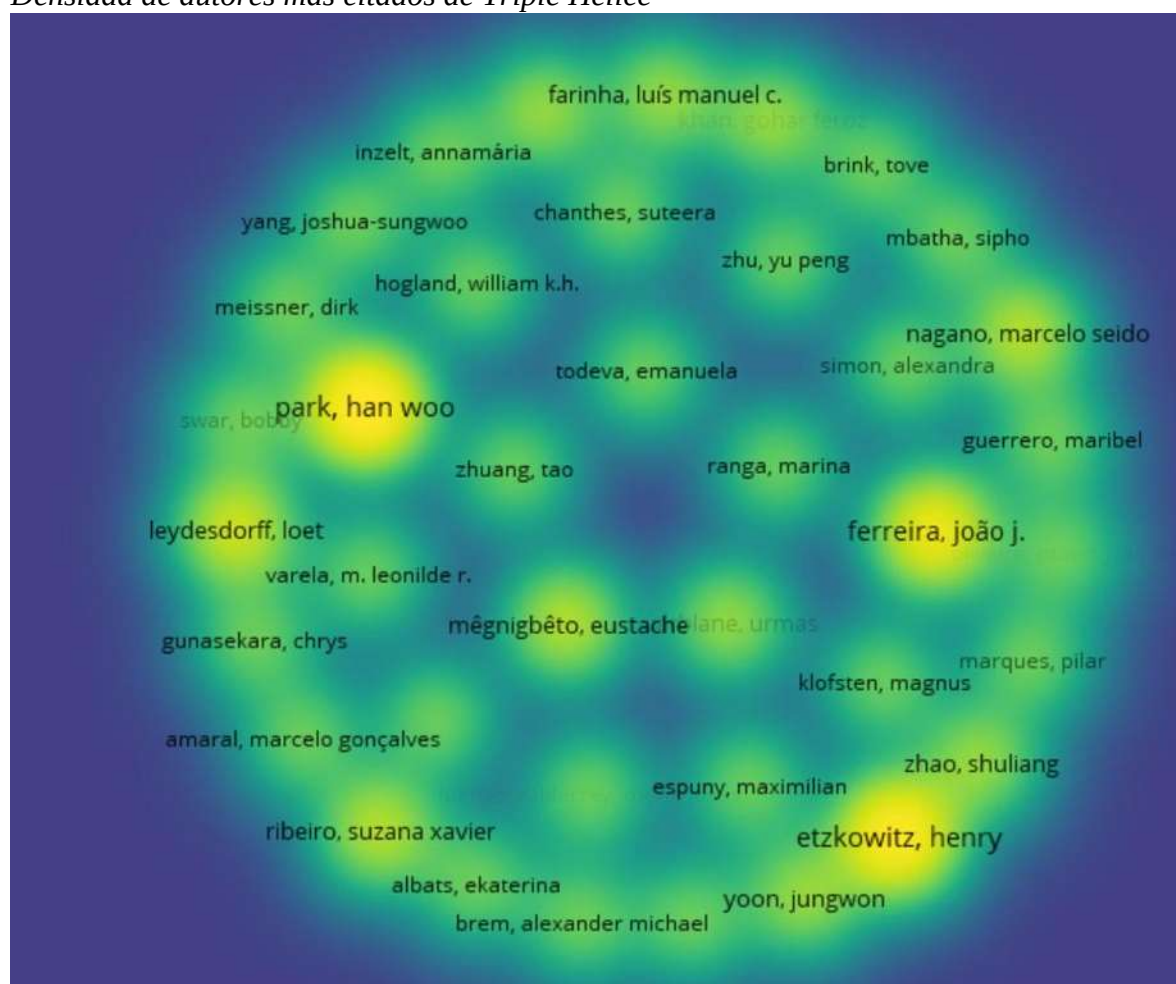
Fuente: Elaboración propia con base en la recopilación bibliográfica de estudios de caso inherentes a los modelos de Hélice en los cuales se haya implementado econometría (2025).

IV.7. Análisis bibliométrico de referentes teóricos de investigación inherente a la Triple Hélice

Como cierre del recorrido empírico sobre los modelos de Hélice, este apartado incorpora una visualización bibliométrica que permite identificar los autores más influyentes en el campo, con base en un filtrado por idioma (inglés, español, ruso y portugués) y un umbral mínimo de 30 citas. Esta herramienta refuerza la coherencia entre el marco teórico adoptado y la evidencia empírica analizada, y sirve como base para justificar la selección de autores y enfoques del estado del arte.

Gráfica 12.

Densidad de autores más citados de Triple Hélice



Fuente: Elaboración propia a través de VOSviewer con base en el análisis bibliométrico (2025).

La Gráfica 12 presentada en este apartado constituye una herramienta complementaria para interpretar el estado del arte sobre los modelos de Hélice en el ámbito académico. Filtrada por autores con más de 30 citas y restringida a publicaciones en inglés, español, ruso y portugués. Esta visualización bibliométrica permite identificar los 100 autores más influyentes en el campo, integrando perspectivas lingüísticas y geográficas que enriquecen el análisis comparativo. Esta decisión metodológica amplía el alcance del estudio al incluir no sólo la literatura anglosajona dominante, sino también aportes relevantes desde América Latina (LATAM) y Asia, lo que resulta especialmente pertinente para el contexto multirregional de APEC.

La distribución cromática, que va del azul al amarillo, refleja la intensidad de las relaciones entre autores, siendo las zonas amarillas indicativas de mayor densidad y co-citación. En este contexto, destaca la posición central de Henry Etzkowitz, representado en rojo, como figura fundacional del modelo de Triple Hélice. Su ubicación en el núcleo de la red confirma su papel como referente teórico y metodológico, ampliamente citado en los estudios empíricos recopilados en este capítulo. La presencia de Han Woo Park y João J. Ferreira en zonas de alta densidad refuerza la importancia de sus contribuciones en el análisis de la Triple Hélice.

La inclusión de autores que publican en español y portugués permite visibilizar aportes regionales que, aunque menos citados en la literatura anglosajona, tienen un impacto significativo en el desarrollo de modelos adaptados a contextos latinoamericanos y europeos. Sin embargo, algunos estudios empíricos del capítulo, como los realizados por Sarabia, Sepúlveda o Martínez, no figuran en la gráfica, lo que indica que su impacto bibliométrico aún es limitado, aunque su valor analítico y contextual sea alto. Esta tensión entre visibilidad bibliométrica y relevancia contextual refuerza la necesidad de combinar análisis cuantitativos con criterios cualitativos y territoriales.

El contraste entre esta visualización y los estudios de caso analizados en los apartados anteriores revela una convergencia metodológica clara: los autores más citados en la red son también los más referenciados en la literatura empírica sobre Triple y Cuádruple Hélice. Sin embargo, también se evidencian divergencias relevantes. Por ejemplo, los modelos de Penta Hélice y N-tuple Hélice, aunque desarrollados teóricamente y aplicados en ciertos contextos, presentan una menor densidad en la red, lo que sugiere que su consolidación académica aún

está en proceso. Asimismo, la dispersión de autores en idiomas distintos al inglés muestra que la producción científica sobre Hélices es multilingüe, pero aún fragmentada en términos de citación cruzada.

Con base en lo observado se puede postular que la gráfica de densidad bibliométrica no sólo valida la selección de autores y enfoques teóricos utilizados en la presente investigación, sino que también aporta una perspectiva estructural sobre la evolución del campo. Su análisis permite evidenciar que el corpus bibliográfico que sustenta el estudio está alineado con los núcleos temáticos más influyentes, y que la articulación entre teoría, evidencia empírica y análisis bibliométrico fortalece la coherencia metodológica del trabajo. Esta visualización, por tanto, se convierte en un insumo clave para justificar la pertinencia del marco teórico adoptado y para orientar el contraste econométrico posterior en el contexto de las economías APEC.

IV.8. Resumen crítico de los modelos de Hélice, postura de la investigación y conclusiones

La evidencia empírica revisada a lo largo de este capítulo confirma la relevancia del modelo de Triple Hélice como base para el desarrollo innovador y el crecimiento socioeconómico, destacando su adaptabilidad a contextos diversos. Sin embargo, es necesario complementar este modelo con perspectivas más amplias que incluyan aspectos propios de las variantes cuádruple y Penta Hélice. En particular, las investigaciones muestran que la vinculación efectiva entre los actores de la Triple Hélice (universidad, industria y gobierno) es esencial para la creación de sinergias sostenibles, pero también exponen los desafíos derivados de las barreras culturales, estructurales y de comunicación.

Por otro lado, las investigaciones basadas en la Cuádruple y Penta Hélice refuerzan la importancia de incorporar a la sociedad civil y los medios de comunicación en los ecosistemas de innovación, integrando perspectivas sociales y culturales para abordar los retos contemporáneos. La evidencia en estos modelos expande el marco original, reconociendo la necesidad de un enfoque más inclusivo para enfrentar desafíos de sostenibilidad, equidad social y adaptación tecnológica.

Se propone que la investigación adopte un enfoque integrador que utilice la Triple Hélice como modelo fundamental y base analítica, pero con sensibilidad a las extensiones propuestas por los modelos de Hélices superiores. Esto permitirá una mayor

contextualización de los resultados en términos de las dinámicas culturales, políticas y sociales específicas de las economías APEC.

El modelo econométrico de la presente investigación pretende evaluar no solo las relaciones lineales entre las variables clásicas de la Triple Hélice (I+D, productividad, inversión pública y privada), sino también para capturar los efectos de las interacciones multidimensionales que incluyen factores sociales y tecnológicos más amplios. En este sentido, el análisis se orienta hacia identificar tanto las fortalezas como las limitaciones inherentes al modelo base y su potencial expansión en contextos diversos.

Esta postura reconoce la necesidad de una flexibilidad analítica para adaptarse a las complejidades de las economías APEC, donde los retos de innovación no solo requieren una sólida colaboración entre actores tradicionales, sino también una integración con la comunidad y otros sectores relevantes para garantizar un impacto sostenido y equitativo en la región.

Como complemento al análisis teórico y empírico desarrollado en el capítulo, la gráfica de densidad bibliométrica filtrada por autores con más de 30 citas en inglés, español, ruso y portugués aporta una validación estructural del corpus académico que sustenta el estudio.

La centralidad de figuras como Etzkowitz, Park y Ferreira confirma la pertinencia de los modelos de Hélice como eje articulador del desarrollo industrial, mientras que la distribución periférica de autores regionales revela una producción científica multilingüe aún fragmentada en términos de citación cruzada. Esta visualización refuerza la coherencia entre el marco teórico adoptado y los estudios de caso analizados, al evidenciar que los núcleos temáticos más influyentes coinciden con los enfoques metodológicos aplicados.

Asimismo, dicho análisis permite reconocer que la visibilidad bibliométrica no siempre refleja la riqueza contextual de los estudios emergentes, lo que justifica la integración de criterios territoriales, cualitativos y cuantitativos en el análisis comparativo de las economías APEC.

Econometría y los modelos de datos de panel

Introducción al capítulo

El presente capítulo ofrece una visión integral de la econometría aplicada a datos de panel, destacando su papel como disciplina que combina herramientas matemáticas y estadísticas para cuantificar relaciones económicas y sociales. Se subraya la importancia de emplear métodos avanzados que permitan vincular teoría económica con evidencia empírica, garantizando inferencias sólidas sobre fenómenos complejos. En este marco, se retoman los aportes de autores como Wooldridge (2010) y Baltagi (2008), quienes han sistematizado enfoques fundamentales para el análisis de regresión múltiple, modelos de efectos fijos y aleatorios, así como la econometría de series temporales y dinámicas de panel.

La relevancia de la econometría radica en su capacidad para modelar y estimar relaciones causales entre variables, controlando la heterogeneidad no observada y capturando la persistencia temporal. Esto permite a los investigadores evaluar el impacto de factores como la innovación, la inversión en investigación y desarrollo, o la producción científica sobre el crecimiento económico y el desempeño industrial. Asimismo, se incorporan pruebas de cointegración y estimadores modernos, como el *Mean Group (MG, por sus siglas en inglés)* de Pesaran y Smith (1995), que ofrecen consistencia en contextos de heterogeneidad estructural y fortalecen la validez de los resultados en paneles internacionales.

Finalmente, el capítulo describe el modelo de datos utilizado en la investigación, que integra información de corte transversal y series temporales para el periodo 1993-2024. Se detallan las variables dependientes e independientes, así como la estrategia metodológica que combina análisis longitudinal y comparativo entre países del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés). De esta manera, se establece el marco econométrico que sustenta la evaluación de la interacción de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial de las economías analizadas.

V.1. Econometría

La econometría puede definirse como la disciplina que utiliza herramientas matemáticas y estadísticas para cuantificar y evaluar relaciones económicas. En su enfoque moderno, la econometría implica la aplicación de métodos y técnicas avanzadas para analizar datos económicos y empíricos, combinando tanto la teoría económica como la práctica estadística. Este campo busca modelar y estimar relaciones causales entre variables económicas, permitiendo a los investigadores realizar inferencias sobre los efectos de ciertos factores en fenómenos económicos y sociales (Wooldridge, 2010).

En concordancia con lo expuesto en el párrafo anterior, es clave exponer un aporte trascendental en la econometría moderna, el cual fue propuesto por Wooldridge (2010), quien realizó un enfoque moderno en el cual integró sólidos fundamentos teóricos con aplicaciones prácticas, el autor abordó exhaustivamente los modelos de regresión múltiple, explicando la especificación, estimación e interpretación de modelos que involucran múltiples variables explicativas.

En adición a lo anterior, se ocupó de desafíos comunes en econometría, como la endogeneidad, ofreciendo técnicas para abordar este problema, incluyendo el uso de variables instrumentales. Su libro también abarca modelos que incorporan efectos fijos y aleatorios, esenciales para manejar la heterogeneidad no observada en datos de panel, y presenta los métodos de Mínimos Cuadrados Generalizados (GMM, por sus siglas en inglés) como herramientas cruciales cuando los supuestos de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS, por sus siglas en inglés) se violan.

Así mismo, el autor dedica atención especial a la econometría de series temporales, abordando temas como estacionariedad, cointegración y modelización de procesos estocásticos en el tiempo. A través de numerosos ejemplos empíricos y datos reales, el autor ilustra los conceptos teóricos, facilitando la conexión entre la teoría y la aplicación práctica. Su inclusión del uso de *software* econométrico, como Stata, que permite aplicar directamente los métodos aprendidos en sus propias investigaciones y análisis de datos (Wooldridge, 2010).

Desde un punto de vista metodológico, resulta esencial contar con técnicas robustas capaces de capturar la complejidad de los datos longitudinales. En este sentido, Baltagi (2008), se ha centrado en abordar desafíos como la heterogeneidad individual, la dependencia

temporal y la modelización de series temporales; asimismo, ha desarrollado métodos innovadores para lidiar eficientemente con la heterogeneidad en los datos de panel, ofreciendo soluciones a problemas específicos asociados con la evolución temporal.

Entre sus contribuciones notables se encuentran los estudios sobre efectos fijos y aleatorios en modelos de datos de panel, donde ha trabajado para controlar la heterogeneidad no observada entre unidades individuales y mejorar la precisión de las estimaciones. Además, ha aportado significativamente al modelado de efectos temporales en series temporales, reconociendo la importancia de comprender y predecir patrones económicos a lo largo del tiempo. Su investigación también se extiende al ámbito de modelos espaciales, donde incorpora la información espacial para abordar factores geográficos relevantes (Baltagi, 2008).

Además de sus contribuciones teóricas, ha desempeñado un papel esencial en el desarrollo de métodos robustos de estimación y pruebas de hipótesis en el contexto de modelos econométricos. En sus publicaciones, destaca la aplicación práctica de estas técnicas utilizando *software* econométrico como Stata, facilitando la implementación de sus métodos (Baltagi, 2008).

V.2. Modelos econométricos de datos de panel

En el ámbito de la econometría, los modelos econométricos de datos de panel, también conocidos simplemente como datos de panel, se caracterizan por abarcar observaciones a lo largo del tiempo para las mismas unidades individuales o entidades. Wooldridge (2010), aborda de manera integral la modelización de datos de panel.

Los datos de panel se caracterizan por combinar observaciones transversales y de series temporales, organizados en una estructura bidimensional donde cada fila representa una unidad individual y cada columna refleja una variable a lo largo del tiempo. El autor destaca diversas ventajas de estos datos, como la capacidad para gestionar la heterogeneidad no observada mediante efectos fijos o aleatorios, abordar problemas de endogeneidad, mejorar la eficiencia de las estimaciones y manejar la posible correlación serial de los errores.

En su enfoque detalla el Modelo de Efectos Fijos (FE, por sus siglas en inglés), fundamental para capturar la heterogeneidad no observada entre las unidades individuales y controlar las características constantes a lo largo del tiempo. También aborda el Modelo de Efectos Aleatorios (RE, por sus siglas en inglés), que modela la heterogeneidad no observada

como una variable aleatoria, y presenta la Prueba de Hausman como una herramienta para elegir entre estos modelos. Además, explora cuestiones relacionadas con efectos temporales y estacionariedad en datos de panel, así como la aplicación de variables instrumentales para abordar desafíos de endogeneidad. Demostrando su enfoque práctico, utiliza *software* econométrico como Stata para ilustrar la implementación efectiva de estos modelos en el análisis de datos de panel (Wooldridge, 2010).

En el plano metodológico, Baltagi (2008), ha avanzado en la estimación de modelos dinámicos al mostrar que los datos de panel-con observaciones repetidas de las mismas unidades a lo largo del tiempo-constituyen un instrumento clave para corregir la heterogeneidad no observada y ganar precisión en las regresiones. En particular, Baltagi destaca la conveniencia de incorporar efectos fijos y aleatorios para capturar diferencias individuales, así como la importancia de modelar tanto la dependencia temporal como la autocorrelación espacial. Sus contribuciones abarcan desde rigurosas demostraciones teóricas hasta ejemplos prácticos en paquetes como Stata, donde ilustra paso a paso la implementación de sus métodos con datos reales.

Los modelos dinámicos de panel son utilizados para analizar datos de panel en los que se observa a las mismas unidades a lo largo del tiempo. Estos modelos tienen en cuenta la dinámica temporal de las variables, es decir, cómo evolucionan las observaciones a lo largo de diferentes períodos. Para ello es importante que se analice su evolución temporal puesto que las observaciones de las unidades individuales pueden cambiar a lo largo del tiempo, lo que puede deberse a factores temporales, tendencias o patrones específicos, se debe definir si son de efectos fijos o aleatorios para controlar la heterogeneidad entre las unidades mismos que dependen de la naturaleza de la heterogeneidad y de las suposiciones del modelo (Wooldridge, 2010).

En la realización de modelos dinámicos de panel se deben contemplar los retrasos que a menudo incluyen variables rezagadas (*lags*) como predictores, lo que refleja la dependencia temporal de las observaciones, y las variables de estado, que son variables que no son observables directamente pero que afectan el comportamiento de otras variables a lo largo del tiempo. Es importante la especificación del modelo dinámico de panel puede variar según el contexto específico y puede incluir ecuaciones de evolución temporal para las variables de interés, junto con ecuaciones que describan la variabilidad entre las unidades.

Al mismo tiempo, se debe contemplar la estimación de los parámetros que se realiza mediante métodos de máxima verosimilitud, aunque existen diversas técnicas y enfoques dependiendo de la complejidad del modelo (Wooldridge, 2010).

Es importante mencionar que para la implementación de datos de panel de efectos fijos se debe tener presente su ecuación 1, la cual de acuerdo con Wooldridge (2010), se puede comprender a través de lo siguiente:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad (1)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

β_0 es el intercepto común a todas las unidades.

β_1 es el vector de coeficientes asociado con las variables independientes.

x_{it} es un conjunto de variables independientes para la unidad i en el tiempo t .

α_i son los efectos fijos específicos para cada unidad i .

u_{it} es el término de error.

Siendo con base en lo anterior que se realizan los cálculos del modelo de datos de panel para la presente investigación.

Por otra parte, existen los modelos de efectos aleatorios, los cuales permiten que los efectos específicos de cada unidad varíen aleatoriamente entre las unidades siempre que sean constantes a lo largo del tiempo para una unidad en particular, al mismo tiempo que modela la heterogeneidad no observada entre las unidades, por lo cual, es necesario agregar una variable estocástica al modelo, la cual de acuerdo con Wooldridge (2010), se puede comprender a través de la ecuación 2:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + u_{it} \quad (2)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

β_0 es el intercepto común a todas las unidades.

β_1 es el vector de coeficientes asociado con las variables independientes.

x_{it1} es un conjunto de variables independientes para la unidad i en el tiempo t .

β_k es el vector de coeficiente asociado con la variable estocástica.

x_{itk} es la variable estocástica para la unidad i en el tiempo t .

α_i son los efectos fijos específicos para cada unidad i .

u_{it} es el término de error.

Siendo con base en lo anterior que se realizan los cálculos del modelo de datos de panel para la presente investigación.

V.2.1. Características de los datos de panel

Los datos de panel, también denominados datos longitudinales, integran información de corte transversal (unidades de observación) y de series de tiempo (periodos), lo que posibilita el estudio conjunto de las variaciones entre entidades y de la dinámica temporal dentro de cada una de ellas. Al disponer de observaciones múltiples para cada unidad en distintos momentos, este enfoque aprovecha la heterogeneidad no observada, rasgos fijos e invariables de individuos, empresas o regiones, y registra simultáneamente cambios en el tiempo (Baltagi, 2008; Stock & Watson, 2012; Wooldridge, 2010).

Una dimensión clave de los paneles es la distinción entre equilibrados y desequilibrados. En un panel equilibrado, todas las unidades comparten el mismo número de periodos, mientras que en uno desequilibrado existen vacíos de información en algunos i-t. Esta característica implica retos de estimación -como la necesidad de procedimientos robustos ante datos faltantes-, pero a la vez protege contra el sesgo de variables omitidas al controlar los efectos específicos de cada unidad (μ_i), incluso cuando éstos estén correlacionados con los regresores (Hsiao, 2014).

La principal ventaja de los datos de panel radica en la mejora de la eficiencia estadística. Al combinar (N) (unidades) y (T) (periodos), se elevan los grados de libertad y se reduce la colinealidad entre variables explicativas, lo que refina la precisión de los estimadores en comparación con análisis puramente transversales o de serie de tiempo.

Además, la configuración bidimensional permite especificar modelos con efectos fijos o aleatorios según el supuesto de correlación de (μ_i) con los regresores, e incluso incorporar rezagos de variables dependientes o explicativas para profundizar en relaciones de causalidad y persistencia una capacidad esencial en estudios de desarrollo regional y diseño de políticas económicas (Baltagi, 2008; Stock & Watson, 2012).

La formulación genérica de un modelo lineal de datos de panel es:

$$y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

X_{it} es el vector de regresores.

α es la ordenada al origen común

β son los coeficientes a estimar

μ_i captura el efecto específico no observado de cada unidad.

ε_{it} es el término de error idiosincrático (Hsiao, 2014).

En síntesis, los datos de panel ofrecen una plataforma analítica robusta para capturar diversidad informativa y manejar la heterogeneidad individual, optimizando la eficiencia de estimación y ampliando el alcance de las preguntas de investigación que requieren examinar simultáneamente efectos transversales y dinámicos (Ruiz, 2016).

V.2.2. Paneles estáticos o dinámicos y cómo corregirlos

Los modelos de datos de panel permiten explotar la variación tanto entre unidades como a lo largo del tiempo. Su principal ventaja radica en controlar heterogeneidad no observada y capturar dinámicas temporales. En este contexto, la distinción fundamental recae en si el modelo incorpora o no retardos de la variable dependiente. Esta decisión afecta la presencia de sesgos y la estrategia de estimación apropiada (Labra & Torrecillas, 2018).

V.2.2.1. Modelos estáticos

Los modelos estáticos suponen que la variable dependiente responde únicamente a los regresores contemporáneos, sin memoria explícita. Su especificación general es:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it} \quad (4)$$

Donde:

y_{it} es el resultado de la unidad i en el tiempo t .

α es el intercepto global

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

u_{it} el término de error que puede descomponerse en efecto individual μ_i y ruido idiosincrático ε_{ti} .

Al no incluir retardos de y , estos modelos estiman únicamente efectos contemporáneos y evitan la complicación del sesgo de parámetros incidentales.

V.2.2.2. Modelos dinámicos

En contraste, los modelos dinámicos introducen la dependencia temporal en la variable dependiente mediante un rezago:

$$y_{it} = \alpha + \gamma y_{i,t-1} + \beta x_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Aquí, γ mide la persistencia de y a lo largo del tiempo. La inclusión de $y_{i,t-1}$ genera correlación entre el regresor rezagado y el efecto individual μ_i , provocando el sesgo de “parámetros incidentales” cuando se emplea un estimador de efectos fijos convencional (Labra & Torrecillas, 2018)

V.2.3. Problemas de estimación y correcciones

Existen dos problemas de estimación comunes que se presentan al tratar con modelos de datos de panel, siendo estos los siguientes:

Sesgo de Nickell: En modelos dinámicos con efectos fijos y muestras donde T (periodos) es pequeño, el estimador OLS produce estimaciones sesgadas de γ .

Endogeneidad: El rezago de la variable dependiente suele correlacionarse con el término de error, y algunas covariables pueden no ser estrictamente exógenas.

Para ambos problemas, la literatura recomienda estimadores basados en el GMM, que emplean instrumentos contruidos con valores rezagados de las variables explicativas, mismos que se describen en los siguientes apartados:

V.2.3.1. Estimador Arellano-Bond (1991)

Para este estimador Arellano y Bond (1991), proponen diferenciar el modelo dinámico para eliminar μ_i y usar rezagos de y en niveles como instrumentos:

Transformación por diferencias:

$$\Delta y_{it} = \gamma \Delta y_{i,t-1} + \beta \Delta x_{it} + \Delta \varepsilon_{it}. \quad (6)$$

Instrumentos: $\Delta y_{i,t-2}, y_{i,t-3}, \dots$ son válidos bajo la suposición de ausencia de autocorrelación serial en ε_{it} .

Este enfoque es consistente cuando N es grande y T pequeño (Arellano & Bond, 1991)

V.2.3.2. Estimador Blundell-Bond (1998)

Para este estimador los autores Blundell y Bond (1998), extienden la estrategia de Arellano-Bond al introducir condiciones de momento adicionales en niveles, usando diferencias rezagadas como instrumentos:

- Permite mejorar la eficiencia en paneles con persistencia elevada y pocos periodos.
- Requiere hipótesis de estacionariedad inicial sobre los valores y_{i0} .

Ambos estimadores GMM (Arellano-Bond y Blundell-Bond) corrigen el sesgo de parámetros incidentales y la endogeneidad, ofreciendo estimaciones consistentes bajo muestras con $N \gg T$, es decir, que hay muchas unidades observadas durante pocos periodos de tiempo, o dicho con otras palabras, un panel corto pero con una dimensión transversal muy grandes (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998).

La elección entre un panel estático y uno dinámico depende de la naturaleza de los datos y de la presencia de persistencia temporal en la variable dependiente. Los modelos dinámicos requieren estimadores que corrijan sesgos y endogeneidad, destacando los métodos GMM propuestos por Arellano-Bond (1991) y Blundell-Bond (1998). Para su correcta aplicación, es indispensable garantizar la validez de los instrumentos y realizar diagnósticos rigurosos.

V.2.4. Paneles de efectos fijos y de efectos aleatorios,

La distinción entre modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios radica en la correlación - o ausencia de ella- entre los efectos individuales no observados y las variables explicativas. Esta decisión determina tanto la estrategia de estimación como la validez de los resultados (Montero, 2011).

V.2.4.1. Efectos fijos

En un modelo de efectos fijos se asume que la heterogeneidad inobservable, α_i , está correlacionada con los regresores x_{it} . De esta manera se capta cualquier rasgo constante en el tiempo de la unidad i que pueda sesgar la estimación si se omitiera, tal como se presenta en la ecuación 7, misma que pertenece al modelo general.

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (7)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el intercepto de la unidad i

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

u_{it} el término de error idiosincrático.

Para eliminar α_i se aplica la transformación “within” (*demeaning*)

$$\tilde{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i \quad \tilde{x}_{it} = x_{it} - \bar{x}_i \quad \tilde{u}_{it} = u_{it} - \bar{u}_i$$

donde $\bar{y}_i$ y $\bar{x}_i$ son los promedios en el tiempo para la unidad i . El modelo resultante, se estima por MCO (véase ecuación 8), garantizando consistencia aun cuando α_i esté correlacionado con x_{it} (Montero, 2011).

$$\tilde{y}_{it} = \tilde{x}_{it} \beta + \tilde{u}_{it} \quad (8)$$

Una de las principales ventajas del modelo de efectos fijos radica en su capacidad para controlar por completo la heterogeneidad no observada constante en el tiempo entre las unidades de análisis. Esta característica permite obtener estimaciones consistentes, incluso cuando el término específico de cada unidad α_i se encuentra correlacionado con los regresores del modelo.

Sin embargo, este enfoque presenta algunas limitaciones relevantes. Por ejemplo, no es posible identificar el impacto de aquellas variables que no presentan variación temporal dentro de cada unidad, dado que éstas resultan perfectamente colineales con el término α_i . Asimismo, en situaciones donde α_i es verdaderamente independiente de las variables

explicativas x_{it} , el modelo de efectos fijos puede resultar menos eficiente en comparación con el modelo de efectos aleatorios.

V.2.4.2. Efectos aleatorios

El modelo de efectos aleatorios supone que los efectos individuales α_i son realizaciones de una variable aleatoria v_i , independiente de los regresores x_{it} . Así, la porción no observada se incorpora al término de error compuesto conforme con lo expuesto con la ecuación 7, donde se presenta el modelo general.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + v_i + u_{it} \quad (9)$$

Donde:

y_{it} es el resultado de la unidad i en el tiempo t .

α es la ordenada común a todas las unidades

β es el coeficiente que cuantifica la pendiente de la relación entre la variable explicativa x_{it} y la variable dependiente y_{it}

x_{it} es el vector de covariables.

$v_i \sim (0, \sigma_v^2)$ representa la variación entre unidades

u_{it} el término de error que puede descomponerse en efecto individual μ_i y ruido idiosincrático ε_{it} .

Bajo la independencia de v_i y x_{it} , el estimador de efectos aleatorios se obtiene vía Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles (FGLS, por sus siglas en inglés), que explota la estructura de varianza-covarianza diagonal-compuesta (véase ecuación 10) y permite conservar la información entre unidades y a lo largo del tiempo (Montero, 2011).

$$Var(y_{it}|x_{it}) = \sigma_u^2 I_T + \sigma_v^2 1_T 1_T' \quad (10)$$

El modelo de efectos aleatorios ofrece ciertas ventajas metodológicas frente al modelo de efectos fijos. En primer lugar, es más eficiente en términos econométricos siempre que el componente aleatorio individual v_i sea independiente de las variables explicativas x_{it} . Esta suposición permite aprovechar la variabilidad entre unidades y dentro de unidades, lo que se traduce en estimaciones más precisas. Además, permite incorporar variables que permanecen constantes en el tiempo, cuya identificación no es posible en modelos de efectos fijos debido a la colinealidad con los efectos individuales.

No obstante, esta eficiencia viene acompañada de limitaciones importantes. Si la suposición de independencia entre v_i y x_{it} , es decir, si $\text{Cov}(v_i, x_{it}) \neq 0$, las estimaciones obtenidas serán inconsistentes. Además, el modelo de efectos aleatorios resulta menos robusto ante la presencia de correlaciones ocultas entre la heterogeneidad individual y los regresores, lo que puede comprometer seriamente la validez de los resultados (Wooldridge, 2010).

V.2.5. Test de Hausman para efectos fijos o efectos aleatorios

El test de Hausman evalúa la hipótesis de que los efectos individuales no observados μ_i son independientes de las variables explicativas x_{it} . Bajo la hipótesis nula, esta independencia justifica el uso de un modelo de efectos aleatorios, más eficiente, mientras que el rechazo indica la consistencia del modelo de efectos fijos y su preferencia para evitar sesgos por endogeneidad (Hausman, 1978).

Para comparar ambos estimadores se construye el estadístico de la ecuación 11, el cual, bajo la hipótesis nula de independencia entre μ_i y x_{it} , sigue una distribución chi-cuadrado con k grados de libertad (χ_k^2), donde k es el número de parámetros en β (Hausman, 1978).

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' [Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE})]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (11)$$

Si el valor observado de H es significativo al nivel de prueba α_1 , se rechaza la independencia de μ_i y x_{it} , por lo que el estimador de efectos aleatorios resulta inconsistente y se adopta el de efectos fijos. En caso contrario, no se rechaza la hipótesis nula y se prefiere el modelo de efectos aleatorios, aprovechando su mayor eficiencia.

El test de Hausman requiere estimaciones consistentes y sus matrices de varianza-covarianza. Es fundamental que dichas matrices se calculen adecuadamente (por ejemplo, usando estimadores robustos si hay heterocedasticidad), ya que de lo contrario las diferencias en varianzas podrían invalidar el estadístico. Asimismo, conviene acompañar el análisis con pruebas auxiliares (como el test de Breusch-Pagan para heterogeneidad de efectos) y examinar la práctica de los supuestos de exogeneidad de las covariables (Hausman, 1978).

V.2.6. Modelos dinámicos de datos panel

Los modelos dinámicos de panel incorporan uno o más retardos de la variable dependiente para capturar persistencia o estado dependiente. Al incluir dichos retardos surge correlación con el efecto fijo no observado, lo que introduce el sesgo de Nickell en estimadores clásicos de efectos fijos u OLS para paneles con pequeña dimensión temporal (T). Para resolver esta endogeneidad se emplean métodos GMM que explotan distintas condiciones de momentos (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998; Nickell, 1981):

V.2.6.1. Sesgo de Nickell y endogeneidad del retardo

En los modelos dinámicos de datos de panel se introduce uno o más retardos de la variable dependiente para capturar la persistencia temporal o el estado dependiente. La especificación típica es la que se presenta en la ecuación 11, donde μ_i es el efecto fijo no observado y ε_{it} , el ruido idiosincrático.

$$y_{it} = \alpha y_{i,t-1} + X_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

La presencia conjunta del retardo $y_{i,t-1}$ y del efecto fijo μ_i genera una correlación con el término de error transformado que no desaparece al aplicar la transformación “within” (promedio centrado). Al restar las medias por unidad, obtenemos lo plasmado en la ecuación 12.

$$\tilde{y}_{it-1} = y_{i,t-1} - \tilde{y}_i, \quad \tilde{\varepsilon}_{it} = \varepsilon_{it} - \tilde{\varepsilon}_i \quad (13)$$

Sin embargo, $\tilde{y}_{it-1}$ sigue correlacionado con $\tilde{\varepsilon}_{it}$ porque el rezago recoge parte de la heterogeneidad individual μ_i . Esta violación de la condición de exogeneidad provoca el sesgo de Nickell, que hace inconsistente al estimador de efectos fijos (“Within”) cuando el número de periodos T es pequeño (Nickell, 1981).

El mismo autor en cuestión derivó que, en un modelo AR(1) con efectos fijos, el sesgo de la estimación “within” se aproxima por la ecuación 13.

$$Bias(\hat{\sigma}_{FE}) \approx -\frac{1 + \alpha}{T - 1} \quad (14)$$

De aquí se infiere que, a medida que T crece, el sesgo tiende a cero, pero para valores reducidos de T puede ser significativo, distorsionando la inferencia sobre la persistencia de y .

V.2.7. La vinculación en un modelo de datos panel clásico

La noción de vinculación en un panel clásico alude a cómo los componentes no observables y las dinámicas temporales enlazan las observaciones de cada unidad en el tiempo y, a su vez, conectan las distintas unidades en cada periodo. Esta estructura dual cruzada y longitudinal permite aprovechar la variabilidad dentro de cada individuo y entre ellos para mejorar la identificación y eficiencia de los estimadores

V.2.7.1. Componentes de efecto individual y su papel como vínculo

Cada individuo i aporta un término constante u_i que se mantiene inalterado a lo largo de t .

Este u_i enlaza todas las observaciones temporales de la unidad i , incorporando heterogeneidad no medida (cultura institucional, capital social, etc.).

Bajo efectos fijos, u_i puede correlacionarse con los regresores X_{it} ; la transformación “within” elimina este sesgo.

En el modelo de efectos aleatorios, u_i se trata como un componente estocástico independiente de X_{it} , lo que facilita la estimación por Máxima Verosimilitud o Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS, por sus siglas en inglés).

V.2.7.2. Efectos temporales y enlace transversal

Adicionalmente a u_i , la inclusión de un efecto temporal γ_t vincula transversalmente las unidades en el mismo periodo:

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

Donde γ_t capta choques macroeconómicos o tendencias globales que afectan simultáneamente a todas las unidades en t .

Su estimación conjunta con u_i permite descomponer la variación de y en tres fuentes: entre unidades, entre periodos y error idiosincrático.

V.2.7.3. Supuestos de independencia y modelos de vinculación mixta

La independencia entre u_i y los regresores es la clave del modelo aleatorio clásico. Cuando este supuesto no es realista, se recurre a:

- El modelo de efectos fijos, que evita la suposición de independencia al eliminar u_i .
- El enfoque de efectos aleatorios correlacionados de Mundlak, que incorpora las medias temporales de X_{it} como vinculaciones explícitas entre u_i y los regresores, permitiendo cierta correlación controlada (Wooldridge, 2019).

V.2.7.4. Implicaciones para la estimación y el contraste

La forma en que se defina esta vinculación influye directamente en:

- La elección entre estimador “Within” (efectos fijos o FE, por sus siglas en inglés) o GLS por efectos aleatorios (RE).
- La validez de pruebas como el de Hausman (1978), que confronta la consistencia de ambos enfoques bajo diferentes supuestos de vinculación.
- La necesidad de corregir dependencia transversal o heterocedasticidad si la vinculación entre unidades es fuerte, mediante procedimientos robustos de varianzas o modelos de error compuesto extendido.

V.3. Modelos de paneles con series no-estacionarias

Algunas series de panel pueden ser no estacionarias, lo que exige atención para evitar regresiones espurias. Estos modelos requieren pruebas de raíces unitarias y cointegración específicas para panel.

En presencia de raíces unitarias, las regresiones estándar pueden producir relaciones espurias. Es crucial evaluar la estacionariedad y, de ser necesario, aplicar métodos de unidad raíz y cointegración en panel para garantizar inferencias válidas.

V.3.1. El sesgo en las variables omitidas

La exclusión de variables relevantes que estén correlacionadas con los regresores rompe la condición de exogeneidad condicional y provoca un sesgo sistemático en las estimaciones, pues la parte no capturada del fenómeno se incorpora al término de error y se correlaciona con X_{it} . En un modelo de corte transversal clásico, este sesgo de omisión se expresa como:

$$E[\hat{\beta}] = \beta + Var(X_{it})^{-1}Cov(X_{it}, u_{it}) \quad (16)$$

donde $\hat{\beta}$ es el estimador insesgado sólo si $Cov(X_{it}, u_{it}) = 0$ (Wooldridge, 2010).

Al trasladar este problema al contexto de datos de panel, la heterogeneidad no observada de cada unidad (α_i) actúa como variable omitida constante en el tiempo. Si se ignora, los coeficientes estimados reflejarán simultáneamente los efectos de los regresores y de estos rasgos fijos, distorsionando la interpretación causal. Los modelos de efectos fijos o aleatorios ofrecen un mecanismo para controlar esta heterogeneidad:

- En el modelo de efectos fijos se elimina α_i mediante la transformación “within”, aislando únicamente la variación intraunidad y garantizando estimaciones consistentes aun cuando α_i esté correlacionado con X_{it} .
- En el modelo de efectos aleatorios, α_i se incorpora al término de error compuesto ($\mu_i + u_{it}$) con el supuesto de independencia respecto a los regresores, permitiendo conservar la información entre unidades y mejorar la eficiencia bajo esa condición.

No obstante, si existen variables omitidas que evolucionan de forma no estacionaria y difieren entre unidades, por ejemplo, tendencias específicas de cada entidad, la covarianza $Cov(X_{it}, u_{it})$ puede verse inflada, generando relaciones espurias similares a las de series de tiempo no cointegradas. Para mitigar este riesgo, se recomienda complementar la estimación con pruebas de raíces unitarias en panel y métodos de cointegración de panel, de modo que las inferencias sobre β se basen en relaciones de equilibrio de largo plazo y no en simple comovimiento temporal (Im *et al.*, 2003; Levin *et al.*, 2002; Pedroni, 2004; Pesaran, 2006; Westerlund, 2007; Wooldridge, 2010)

V.3.2. Estimación y pruebas

La estimación de modelos de panel requiere no solo elegir entre efectos fijos o aleatorios, sino además garantizar la dependencia transversal, la robustez ante heterocedasticidad y autocorrelación conjunta en el término de error. A su vez, cuando las series presentan procesos integrados, es imprescindible detectar raíces unitarias y avanzar hacia técnicas de cointegración y modelos de corrección de errores para evitar regresiones espurias y recuperar relaciones de largo plazo (Baltagi, 2008).

V.3.2.1. Dependencia transversal

La ruta de dependencia transversal (CDR, por sus siglas en inglés) de Pesaran (2006), es un enfoque utilizado en econometría para estimar modelos de datos de panel con efectos fijos o aleatorios.

La CDR es una técnica para estimar modelos de datos de panel con efectos fijos. Se basa en la idea de que las relaciones entre las variables dependientes e independientes pueden ser diferentes para diferentes unidades. La CDR permite estimar coeficientes específicos para cada unidad, lo que refleja la heterogeneidad en las relaciones (Pesaran, 2004).

Para ello primeramente se debe estimar un modelo de regresión lineal para cada unidad individualmente. Posteriormente, se combinan los coeficientes estimados de todas las unidades para obtener una estimación global. Es importante mencionar que la CDR tiene en cuenta la heterogeneidad y proporciona resultados más precisos en presencia de efectos fijos (Pesaran, 2004, 2006).

De acuerdo con Pesarán (2004), la estadística para detectar dependencia cruzada en un modelo de panel se construye promediando las correlaciones de los residuos entre todas las parejas de unidades. La forma más habitual de presentar el test *Cross-section Dependence* (CD-Test, por sus siglas en inglés) es:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \quad (17)$$

Donde:

T es el número de periodos de tiempo.

N es el número de unidades de corte transversal.

$\hat{\rho}_{ij}$ es el coeficiente de correlación de Pearson entre los residuos de las unidades i y j .

V.3.2.2. Robustez a heterocedasticidad y autocorrelación

En los estimadores GMM en diferencias y en sistema, la construcción de la matriz de ponderación en el segundo paso se basa en una estimación de la varianza de los momentos que es consistente frente a heterocedasticidad de forma general y autocorrelación serial de los errores (Arellano & Bond, 1991; Blundell & Bond, 1998). Al utilizar la varianza muestral de los momentos, siguiendo a White (1980) y, Newey y West (1987), adaptada al contexto GMM, se corrige la ineficiencia de los estimadores por desviaciones de la homocedasticidad y la independencia temporal de ε_{it} . Windmeijer (2005), muestra además que un ajuste finito de esta matriz mejora la precisión de los errores estándar en muestras de pequeña muestra temporal.

Adicionalmente, en aplicaciones con $N \gg T$ es habitual complementar la matriz robusta con un esquema de errores estándar agrupados por individuo, lo que protege frente a correlación de orden superior dentro de cada unidad y heterocedasticidad no estructurada entre ellas. De este modo, los tests de Hansen o Sargan y los estadísticos de autocorrelación AR(1) y AR(2) mantienen validez, permitiendo inferencias fiables aun en presencia de complejos patrones de heterocedasticidad y dependencia serial (Wooldridge, 2010).

V.3.3. Pruebas de raíz unitaria en presencia de dependencia transversal

La prueba de raíces unitarias en presencia de dependencia transversal es una herramienta econométrica crucial para analizar datos de panel, la cual permite detectar la presencia de raíces unitarias en paneles de datos donde las series temporales pueden estar correlacionadas entre sí (Pesaran, 2006).

En la econometría de datos de panel, uno de los desafíos principales es la presencia de dependencia transversal o correlación entre las unidades transversales (por ejemplo, países, empresas, regiones) que se estudian. Las pruebas de raíces unitarias tradicionales, que suponen independencia entre estas unidades, pueden dar resultados incorrectos si esta dependencia transversal no se considera.

Pesaran (2006), ha desarrollado y propuesto múltiples pruebas de raíz unitaria, una de las más notables es la prueba *Cross-Sectionally Augmented Im*, Pesaran and Shin (CIPS,

por sus siglas en inglés). Dicha prueba incorpora factores comunes para capturar la dependencia transversal.

Además, Pesaran (2004), ha desarrollado una prueba, la cual es una versión aumentada del test Augmented Dickey-Fuller (*ADF*, por sus siglas en inglés) que incluye la media de la variable dependiente a través de las secciones transversales. La prueba se denomina *Cross Sectionally Aumented Dickey-Fuller (CADF*, por sus siglas en inglés) y realiza mediante la ecuación 19 de la regresión ADF aumentada:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \gamma_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{p_i-1} \theta_{i,j} \Delta \bar{y}_{t-j} + \epsilon_{i,t} \quad (18)$$

Donde:

$\Delta y_{i,t} = y_{i,t} - y_{i,t-1}$ es la primera diferencia de la serie.

ρ_i y γ_i son coeficientes específicos de la ecuación para la unidad i .

$\bar{y}_t$ es la media transversal de y_{it}

Δ denota la primera diferencia

Posteriormente, a través de la ecuación 20 se calculan los estadísticos individuales de Dickey-Fuller para cada unidad transversal y se combinan en un estadístico panel (CIPS):

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (19)$$

Donde

t_i es el estadístico de Dickey – Fuller de la i – ésima unidad transversal.

La distribución del estadístico CIPS es no estándar y depende de la estructura de la dependencia transversal y de la longitud de las series temporales. Por lo tanto, Pesaran proporciona tablas de valores críticos basadas en simulaciones. La CIPS se utiliza en múltiples campos, como economía, finanzas, y ciencias sociales, donde los datos de panel con dependencia transversal son comunes, y es útil para: verificar la estacionariedad de series temporales en presencia de factores comunes, mejorar la precisión de modelos de datos de panel mediante la consideración de dependencia transversal, y para evitar conclusiones

erróneas sobre la no estacionariedad cuando la independencia transversal no se cumple (Chudik & Pesaran, 2015; Pesaran, 2006).

La prueba de raíces unitarias en presencia de dependencia transversal de Pesaran representa un avance significativo en el análisis econométrico de datos de panel. Al incorporar la media transversal de las series temporales, esta metodología aborda el problema de la correlación entre unidades transversales, proporcionando una herramienta más robusta y precisa para la detección de raíces unitarias en paneles de datos (Pesaran, 2006).

V.3.4. Cointegración en datos panel

La cointegración en datos de panel permite identificar relaciones de largo plazo entre variables económicas que, aunque puedan ser no estacionarias en niveles, comparten una tendencia común. En el marco del presente trabajo de tesis, resulta fundamental comprobar si las variables seleccionadas mantienen un equilibrio de largo plazo, lo que validaría la pertinencia de los modelos de Hélice como mecanismos estructurales de desarrollo.

V.3.4.1. Metodología de Pedroni (1999, 2004)

Pedroni (1999, 2004), desarrolló un conjunto de pruebas de cointegración para datos de panel que permiten considerar la heterogeneidad entre unidades y la dependencia temporal. Su enfoque se distingue por permitir interceptos y tendencias heterogéneas entre las unidades del panel.

En la prueba de cointegración de Pedroni se distinguen dos grupos de estadísticos. Los tests de panel (*within-dimension*) evalúan la hipótesis de cointegración considerando parámetros homogéneos entre las unidades del panel:

- Panel v-statistic: detecta la presencia de cointegración a partir de la varianza de los residuos, siendo más potente cuando existe fuerte correlación de largo plazo.
- Panel rho-statistic: mide la persistencia de los residuos, rechazando la cointegración si éstos siguen un proceso altamente dependiente.
- Panel PP-statistic (Phillips-Perron): ajusta los residuos para corregir correlación serial y heterocedasticidad, ofreciendo mayor robustez.

- Panel ADF-statistic (Augmented Dickey-Fuller): incorpora retardos de los residuos para controlar autocorrelación, mejorando la precisión en paneles pequeños.

Por su parte, los tests de grupo (*between-dimension*) permiten heterogeneidad en los parámetros y capturan la variabilidad entre unidades:

- Group rho-statistic: evalúa la independencia de los residuos en cada unidad, siendo sensible a la ausencia de cointegración.
- Group PP-statistic: extiende el ajuste de Phillips-Perron a cada unidad, permitiendo mayor flexibilidad en contextos heterogéneos.
- Group ADF-statistic: aplica la lógica del ADF a cada unidad del panel, integrando los resultados para determinar si existe una relación de equilibrio común.

Pedroni parte de una relación de cointegración general en datos de panel:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_i x_{it} + e_{it} \quad (20)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el intercepto específico de cada unidad.

$\delta_i t$ es la tendencia temporal individual.

β_i son los coeficientes heterogéneos entre unidades

x_{it} es el vector de regresores no estacionarios

e_{it} es el término de error.

Si las series están cointegradas, el error e_{it} será estacionario.

En la prueba de cointegración de Pedroni, se parte de la consideración de que las variables incluidas en el modelo son integradas de orden uno, $I(1)$, para cada unidad del panel. La metodología permite que los coeficientes de largo plazo, así como los interceptos y las tendencias, difieran entre las distintas unidades, reconociendo la heterogeneidad estructural propia de los datos internacionales.

La hipótesis nula establece que no existe cointegración en ninguna de las series del panel, mientras que la hipótesis alternativa puede formularse de dos maneras: de forma homogénea, cuando se asume que todas las unidades comparten una relación de equilibrio común, o de manera heterogénea, cuando se admite que al menos una de las unidades

presenta cointegración. Esta flexibilidad convierte a la prueba en una herramienta idónea para analizar paneles con dinámicas diversas, como los que integran economías con distintos niveles de desarrollo y estructuras institucionales.

Una de las principales fortalezas de la propuesta de Pedroni (1999, 2004), radica en su capacidad para incorporar la heterogeneidad propia de los paneles, permitiendo que las relaciones de equilibrio de largo plazo no sean idénticas entre las distintas unidades de análisis. Esta característica la ha convertido en una técnica de referencia en investigaciones comparativas internacionales, donde los sistemas económicos y sociales suelen mostrar comportamientos diferenciados y estructuras institucionales diversas.

En este sentido, la prueba de Pedroni ofrece un marco sólido para verificar la existencia de cointegración en paneles con información incompleta o con vínculos estructurales relativamente débiles. Su aplicación constituye un paso metodológico indispensable antes de avanzar hacia modelos de corrección de errores o estimaciones de relaciones de largo plazo, asegurando que las inferencias econométricas se fundamenten en vínculos estables y consistentes entre las variables analizadas.

V.4. El modelo Mean Group de Pesaran y Smith (1995)

El análisis econométrico del presente estudio se sustenta en la aplicación del estimador MG y su extensión en datos de panel heterogéneos, conocido como “xtmg” en Stata.

Este estimador constituye una herramienta metodológica diseñada para abordar la estimación de relaciones de largo plazo en paneles dinámicos donde existe heterogeneidad significativa entre las unidades de análisis.

Su lógica se fundamenta en la propuesta de Pesaran y Smith (1995), quienes demostraron que los métodos tradicionales de estimación, como los modelos agrupados (*pooled estimators*) o las series temporales agregadas, tienden a producir estimaciones sesgadas e inconsistentes cuando los coeficientes difieren entre grupos y los regresores presentan autocorrelación. En este sentido, el MG se erige como una alternativa que reconoce explícitamente la diversidad estructural de los datos y evita imponer supuestos de homogeneidad poco realistas.

El MG resulta especialmente útil en paneles caracterizados por un gran número de grupos (N) y un horizonte temporal amplio (T). En estos casos, cada unidad, ya sea un país, región, industria o institución, puede presentar dinámicas propias que no deben ser ignoradas.

La estimación por media de grupos consiste en calcular regresiones individuales para cada unidad y luego promediar los coeficientes obtenidos, lo que permite obtener un estimador consistente del efecto promedio.

Cuando N es grande, el MG aprovecha la diversidad entre unidades para capturar la variabilidad de los coeficientes y construir un promedio representativo. Por otro lado, cuando T es suficientemente amplio, se garantiza que las estimaciones individuales sean más precisas y que los efectos de largo plazo puedan identificarse con mayor robustez. En contraste, si T es pequeño, los sesgos derivados de la presencia de variables dependientes rezagadas pueden afectar las estimaciones, aunque el MG sigue siendo menos problemático que los estimadores agrupados.

Uno de los principales aportes de este modelo es su capacidad para manejar la heterogeneidad de coeficientes. En modelos dinámicos, imponer la restricción de que todos los grupos comparten los mismos parámetros conduce a inconsistencias, ya que las diferencias estructurales entre unidades generan correlaciones espurias entre los errores y los regresores. El MG evita este problema al permitir que cada grupo tenga sus propios coeficientes de corto y largo plazo, los cuales luego se promedian para obtener una medida global.

La ecuación del modelo es la siguiente:

$$y_{it} = \alpha_i y_{i,t-1} + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

Donde:

y_{it} es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t .

α_i es el término de intercepto específico de la unidad.

β_i son los coeficientes de regresión específicos de la unidad.

x_{it} es el vector de regresores

ε_{it} es el término de error idiosincrático.

Los coeficientes α_i y β_i varían entre grupos. El MG estima $\hat{\alpha}_i$ y $\hat{\beta}_i$ para cada unidad y luego calcula:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i, \quad \hat{\beta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (22)$$

De esta manera, se obtiene un estimador del efecto promedio que es consistente incluso en presencia de heterogeneidad sustancial.

El MG también permite estimar los efectos de largo plazo, definidos como:

$$\theta_i = \frac{\beta_i}{1 - \alpha_i} \quad (23)$$

Al calcular el promedio de estos efectos individuales, se obtiene una medida robusta del impacto sostenido de las variables explicativas sobre la variable dependiente. Este enfoque es particularmente relevante en estudios de crecimiento económico, innovación, demanda laboral y desarrollo institucional, donde las dinámicas de largo plazo son más importantes que las fluctuaciones de corto plazo.

Cabe señalar que el estimador MG se diferencia de otros enfoques como el Pooled Mean Group (PMG, por sus siglas en inglés) de Pesaran, Shin y Smith (1999), en tanto que el MG no impone homogeneidad en los parámetros de largo plazo, sino que permite que cada unidad del panel tenga sus propios coeficientes y dinámicas. Esta flexibilidad metodológica lo convierte en una herramienta consistente para paneles heterogéneos, evitando el sesgo que se produciría al asumir relaciones idénticas entre economías con estructuras distintas.

Aunado a lo anteriormente mencionado, su aplicación resulta especialmente pertinente tras verificar la existencia de cointegración mediante pruebas como la de Pedroni (1999, 2004), ya que garantiza que las estimaciones de largo plazo reflejen vínculos estables entre las variables analizadas. De esta manera, el modelo MG se consolida como un puente metodológico entre la validación de relaciones de equilibrio y la estimación de impactos diferenciados en el marco de las economías APEC.

V.5. Modelo MG aplicado a la interacción de Triple Hélice

La estimación econométrica del impacto de la vinculación entre Universidad-Industria-Gobierno sobre el desarrollo industrial en las economías APEC requiere considerar las particularidades estructurales del panel de datos utilizado, así como las condiciones empíricas compartidas por los países observados.

Bajo ese contexto, la aplicación del modelo MG de Pesaran y Smith (1995), resulta metodológicamente adecuada, al permitir que cada unidad del panel presente sus propios parámetros de largo plazo, interceptos y dinámicas. Esta flexibilidad es especialmente importante en el análisis de economías que, aunque integradas en un bloque regional, muestran diferencias significativas en sus estructuras productivas, capacidades institucionales y trayectorias de innovación.

A diferencia de los modelos de panel tradicionales que imponen homogeneidad en los coeficientes, la metodología MG ofrece estimaciones consistentes al reconocer explícitamente la heterogeneidad entre países.

El procedimiento consiste en estimar regresiones individuales para cada unidad y posteriormente calcular el promedio de los coeficientes obtenidos, lo que permite identificar una relación estructural de largo plazo sin perder la diversidad de dinámicas nacionales.

Dicha estrategia es crucial cuando se trabaja con fenómenos económicos complejos de dimensión internacional, pues evita el sesgo derivado de imponer relaciones idénticas en contextos diferenciados.

Su implementación empírica en esta tesis considera, además, el supuesto realista de heterogeneidad estructural entre países, adoptando el estimador MG como enfoque principal de inferencia para evaluar la interacción de la Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías APEC.

V.5.1. Especificación del modelo aplicado

Con base en la estructura conceptual de la Triple Hélice, se plantea que el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), como *proxy* del desarrollo industrial, está influenciado por tres factores fundamentales:

1. Gasto público en educación total (% del PIB): como indicador de la acción gubernamental en el fomento a la educación.
2. Artículos en publicaciones científicas y técnicas: como resultado directo de la actividad académica referente a la investigación científica.
3. Solicitudes de patentes por residentes: como aproximación a la innovación y producción tecnológica por parte de las empresas.

Considerando estos elementos, y aplicando la metodología MG, el modelo queda formulado de la siguiente manera:

$$DI_{it} = \alpha_i DI_{i,t-1} + \beta_1 Gobierno_{it} + \beta_2 Academia_{it} + \beta_3 Empresas_{it} + \varepsilon_{it} \quad (24)$$

Donde:

DI_{it} : Desarrollo Industrial para el país i en el año t ; es la variable dependiente y se mide a través del Producto Interno Bruto per cápita..

α_i : Intercepto específico de cada economía (efecto fijo individual).

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: Coeficientes heterogéneos asociados a las variables independientes específicas de cada país.

$Gobierno_{it}$: Gobierno, variable independiente medida a través del Gasto público en educación total (% del PIB).

$Academia_{it}$: Academia, variable independiente medida a través de los Artículos en publicaciones científicas y técnicas.

$Empresas_{it}$: Empresas, variable independiente medida a través de las Solicitudes de patentes totales.

ε_{it} : Término de error idiosincrático.

Este modelo permite controlar los efectos de políticas regionales, crisis internacionales o dinámicas macroeconómicas compartidas entre los países del APEC, asegurando así que los coeficientes estimados de los determinantes propios de la Triple Hélice reflejen su influencia estructural y no se vean contaminados por fenómenos globales omitidos.

V.5.2. Justificación empírica de su implementación

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria de segunda generación (CIPS) confirmaron que, en su mayoría, las variables incluidas en el panel son no estacionarias en niveles, mientras que la prueba de cointegración de Pedroni (1999, 2004), evidenció la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las series consideradas. Este hallazgo valida la pertinencia de aplicar un modelo que capture vínculos estructurales estables en presencia de heterogeneidad entre unidades.

Dado que las economías del APEC presentan trayectorias de desarrollo diferenciadas tanto en capacidades tecnológicas como en inversión pública y producción científica, la

estimación se realiza bajo el modelo MG, permitiendo que los coeficientes β_i varíen entre países.

Dicha flexibilidad metodológica resulta especialmente útil para captar el grado diverso de implementación y efectividad de la vinculación entre los actores de la Triple Hélice en cada contexto nacional, evitando el sesgo que se produciría al imponer homogeneidad en los parámetros.

En forma complementaria, se reconoce que la variabilidad de los resultados refleja las diferencias institucionales y productivas de cada economía, lo que enriquece la interpretación comparativa y fortalece la validez empírica del modelo aplicado.

V.5.3. Ventajas específicas en el contexto APEC

El modelo aplicado en este apartado presenta múltiples ventajas frente a otros enfoques:

- ✓ Flexibilidad para captar diferencias estructurales, crucial en un bloque heterogéneo como el APEC, donde coexisten economías desarrolladas y emergentes con trayectorias institucionales y productivas diversas.
- ✓ Consistencia estadística en presencia de heterogeneidad, al permitir que los coeficientes varíen entre países sin imponer homogeneidad en los parámetros de largo plazo.
- ✓ Validez empírica bajo paneles grandes, tanto en dimensión transversal (países) como temporal (años), condición con la que cumple la investigación y que refuerza la robustez de las estimaciones.
- ✓ Compatibilidad con análisis dinámico y de cointegración, gracias a la posibilidad de extender el modelo hacia especificaciones con rezagos y pruebas de equilibrio de largo plazo, como las de Pedroni (1999, 2004).

Por dichas razones, el modelo MG se constituye como la herramienta más adecuada para estimar el impacto estructural de las tres dimensiones de la vinculación de Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías APEC.

Su aplicación fortalece la validez de los resultados empíricos y aporta consistencia teórica y metodológica a las conclusiones de esta tesis, al reconocer explícitamente la

diversidad de contextos nacionales y la naturaleza acumulativa de los procesos de innovación y crecimiento económico.

V.6. Variables e indicadores implementados en el modelo econométrico

En este apartado se presenta la descripción de las variables que integran el modelo de datos de panel, así como la justificación de su inclusión con base en la literatura especializada. Se busca capturar la evolución del desarrollo industrial regional como variable dependiente y explicar su comportamiento a través de tres dimensiones fundamentales: la gestión gubernamental, la capacidad académica de las universidades y la dinámica del sector empresarial.

V.6.1. Variable dependiente

Desarrollo Industrial

La literatura define el desarrollo industrial como la capacidad de un territorio para generar valor agregado en el sector manufacturero y de transformación, mejorar su productividad y articular cadenas de valor dinámicas (Porter, 1985). Este concepto enfatiza tanto el nivel de producción como la sofisticación tecnológica de las actividades industriales.

Para medirlo empíricamente, utilizo el PIB pc en USD constantes de 2015. Esta serie refleja la contribución promedio de la industria al ingreso de cada habitante, ajustada por inflación y tamaño poblacional, y proviene de las cuentas nacionales del Banco Mundial (BM, 2024h).

El empleo de este indicador se sustenta en estudios que relacionan desarrollo industrial con desarrollo regional y competitividad. Su ventaja es capturar simultáneamente escala y cambio estructural en la producción.

V.6.2. Variables independientes

Gobierno

Según la teoría de sistemas de innovación, el gobierno provee bienes públicos, regula mercados y financia infraestructuras clave para el desarrollo industrial (Lundvall & Johnson, 1994). Sus políticas y asignación presupuestal inciden en la capacidad de las empresas y universidades para innovar.

Para su medición se contempla el Gasto público en educación (total) como porcentaje del PIB. Este indicador, extraído de la base de datos BM (2024), cuantifica directamente la intensidad con que el Estado apoya la académica en la población.

Universidades

El modelo de Triple Hélice subraya el rol de las universidades como centros generadores de conocimiento y nodos de vinculación con empresas y gobierno (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). La capacidad formativa y de investigación universitaria impulsa la absorción tecnológica en la industria.

Para su medición se contemplan los Artículos en publicaciones científicas y técnicas, los cuales permiten medir la producción científica, es decir, la capacidad inventiva y de investigación por parte de la academia basado en cifras oficiales (BM, 2024a).

Empresas

En la visión schumpeteriana, son las empresas las principales catalizadoras de innovación y transformación industrial mediante inversión en capital físico y conocimiento (Jovanović *et al.*, 2022; Schumpeter, 1942). Su decisión de invertir en Investigación más Desarrollo (I+D) y de introducir innovaciones marca la evolución del sector productivo.

Para su medición se contemplan las solicitudes de patentes (totales) presentadas a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT, por sus siglas en inglés) o en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: un producto o proceso que presenta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Este indicador permite evaluar el grado de sofisticación tecnológica y la capacidad de innovación de las empresas de un país (BM, 2024j, 2024i).

En la Tabla 4 se organizan las variables de estudio en dependiente e independientes y detalla sus indicadores, unidades, fuente y periodicidad. Como variable dependiente se elige el desarrollo industrial, medido a través del PIBpc en USD constantes de 2015, lo cual permite comparar la evolución del bienestar productivo descontando efectos de inflación.

Tabla 4.
Especificación de variables e indicadores de la investigación

VARIABLES		INDICADOR		UNIDAD	FUENTE	PERIODICIDAD
Dependiente						
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	Producto Interno Bruto Per Cápita	US\$ (constantes 2015)	Banco Mundial (BM)	Anual
Independientes						
X1	Gobierno	GastEduTot	Gasto Público en Educación, Total	% del PIB	BM	Anual
X2	Academia	ArtPubCient	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	Número de artículos	BM	Anual
X3	Empresas	SolPatTot	Solicitudes de Patentes Totales	Solicitudes de patentes	BM	Anual

Fuente: Elaboración propia con base en las variables e indicadores de la investigación (2025).

En el bloque de variables independientes, la dimensión gubernamental se refleja en el Gasto público en educación (total) como porcentaje del PIB, capturando la intensidad de la inversión pública en preparación académica de la población; el componente universitario se mide mediante los Artículos en publicaciones científicas y técnicas como *proxy* de la productividad, investigación y divulgación científica y técnica por parte de la academia; y la esfera empresarial se aproxima con las solicitudes de patentes totales, un *proxy* directo de la innovación científica y tecnológica, misma que indica el grado de sofisticación industrial.

Todas las series de datos provienen del BM y se conforman con frecuencia anual, garantizando consistencia y comparabilidad temporal para evaluar cómo los esfuerzos del gobierno, la academia y la industria contribuyen al impulso del desarrollo industrial.

V.7. Bases de datos utilizadas

Para la obtención de los datos de todos y cada uno de los indicadores, se utilizó como base información extraída de BM, para lo cual se describe a continuación cada uno de los indicadores:

Producto Interno Bruto Per Cápita: El PIBpc, expresado en USD constantes de 2015, se obtiene al dividir el PIB, la suma del valor agregado bruto de todos los productores

residentes más los impuestos sobre los productos y menos los subsidios, sin descontar la depreciación de activos ni el agotamiento de recursos naturales, entre la población a mitad de año. Este indicador anual, calculado a precios de 2015 y agregado mediante un promedio ponderado, se basa en las cuentas nacionales del BM (2024h, 2024g), y sirve para comparar el ingreso promedio de los habitantes de distintos países en términos reales.

Gasto público en educación total (% del PIB): El gasto público en educación se expresa como porcentaje del PIB y comprende todos los desembolsos realizados por el gobierno central, regional y local destinados al funcionamiento del sistema educativo nacional. Incluye tanto el gasto corriente (sueldos de docentes, materiales, mantenimiento de infraestructura) como la inversión en capital (construcción de escuelas, equipamiento tecnológico, programas de formación docente), abarcando los niveles de educación primaria, secundaria y terciaria.

El cálculo se realiza dividiendo el total de recursos públicos destinados a educación entre el PIB del país y multiplicando el cociente por 100. Los datos, de frecuencia anual, provienen de las cuentas nacionales y de los ministerios de educación, y son consolidados por el BM (2024d), en su base de indicadores de desarrollo. Este indicador permite evaluar el compromiso de los gobiernos con la formación de capital humano y el fortalecimiento de capacidades sociales y productivas, aunque su comparabilidad puede verse afectada por diferencias en la cobertura de los sistemas educativos, en la clasificación de los gastos y en la periodicidad de los reportes oficiales.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas: El número de artículos en publicaciones científicas y técnicas corresponde a la producción anual de trabajos de investigación publicados en revistas académicas revisadas por pares, en áreas como ciencias naturales, ingeniería, medicina, agricultura y ciencias sociales aplicadas.

Este indicador se obtiene a partir de registros bibliométricos internacionales, consolidados por el BM (2024a), y refleja la capacidad de un país para generar y difundir conocimiento científico de calidad. Los datos se expresan en valores absolutos y se agregan mediante conteo de publicaciones indexadas en bases reconocidas como *Scopus* y *Web of Science*. Su frecuencia es anual y permite comparar la intensidad de la producción científica entre países, así como su evolución en el tiempo. Dicho indicador resulta clave para evaluar el grado de avance en investigación, innovación y transferencia tecnológica.

Solicitudes de patentes: Las solicitudes de patente son los trámites formales que se presentan, ya sea ante una oficina de propiedad industrial nacional o mediante el PCT, para reclamar derechos exclusivos sobre un invento, un producto o un proceso que introduce una forma novedosa de hacer algo o resuelve un problema técnico de manera innovadora. Al concederse, la patente otorga a su titular la protección de esa invención durante un lapso determinado, por lo general de 20 años (BM, 2024j, 2024i).

V.8. Clasificación de las economías de APEC de acuerdo a su desarrollo

Con el propósito de establecer un marco comparativo sólido, este apartado presenta la clasificación de las economías que integran el foro APEC de acuerdo con su nivel de desarrollo. En el apartado anterior se presentó a manera de refuerzo un análisis del INBpc, en búsqueda de que la combinación de ambas referencias ofrezcan una visión integral que no sólo distingue entre economías avanzadas y emergentes, sino que también evidencia las disparidades internas en términos de capacidad productiva, competitividad y bienestar económico. Este enfoque comparativo resulta fundamental para contextualizar el análisis posterior, al vincular la heterogeneidad estructural de las economías APEC con la pertinencia del modelo de la Triple Hélice en la explicación de sus trayectorias de desarrollo industrial.

Como se mencionó con anterioridad, para la presente investigación se tomará como base la clasificación de las economías postulada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) (2023), para lo cual la Tabla 5 expone cómo se estructura el análisis econométrico del presente estudio, el cual se compone por tres paneles, el primero en el cual se incluyen la totalidad de las economías que se analizan, el segundo panel se conforma por las economías más desarrolladas, y el tercero por las economías consideradas emergentes y en desarrollo, para lo cual, es trascendental tomar en consideración que, como ya se había mencionado antes, en el análisis no se contempla a Taiwán (Taipei Chino) debido a la escasez de información de dicha economía.

Esta tipología ofrece una primera aproximación a la heterogeneidad del foro, al distinguir entre países con alta capacidad productiva y aquellos que aún enfrentan rezagos en innovación y competitividad.

Tabla 5.
Clasificación de los datos de panel de la investigación

Número	Economías que lo conforman	
Veinte economías	1. Australia	11. México
	2. Brunei Darussalam	12. Nueva Zelanda
	3. Canadá	13. Papúa Nueva Guinea
	4. Chile	14. Perú
	5. China	15. Filipinas
	6. Hong Kong, China	16. Rusia
	7. Indonesia	17. Singapur
	8. Japón	18. Tailandia
	9. Corea	19. Estados Unidos
	10. Malasia	20. Vietnam
Economías más desarrolladas	1. Australia	6. Nueva Zelanda
	2. Canadá	7. Singapur
	3. Estados Unidos	8. Hong Kong
	4. Japón	
	5. Corea	
Economías emergentes o en desarrollo	1. China	7. Tailandia
	2. Papúa Nueva Guinea	8. Brunei Darussalam
	3. Filipinas	9. Perú
	4. Indonesia	10. Chile
	5. Vietnam	11. México
	6. Malasia	12. Rusia

Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación planteada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) (2023).

En adición a lo anteriormente mencionado, el esquema de clasificación no sólo cumple una función descriptiva, sino que también constituye un insumo metodológico esencial para la estimación econométrica posterior, al segmentar las economías en tres paneles diferenciados,

se facilita la identificación de patrones comunes y divergentes en la interacción de la Triple Hélice, permitiendo contrastar cómo las dinámicas de innovación, inversión pública y producción científica se manifiestan en contextos de mayor madurez institucional frente a aquellos con rezagos estructurales.

Es con base en lo anterior que, la tipología propuesta por el FMI (2023), se convierte en un punto de partida analítico que refuerza la pertinencia del modelo implementado, al reconocer explícitamente la heterogeneidad entre países y garantizar que las estimaciones de largo plazo reflejen tanto las convergencias como las asimetrías propias del bloque APEC.

V.9. Resumen crítico y conclusiones de la conformación de la postura econométrica de la investigación

En este quinto capítulo se establece un sólido marco metodológico para abordar empíricamente el impacto de los modelos de Hélice en el desarrollo industrial de las economías de APEC mediante datos de panel. La estructura comienza con una definición clara de la econometría y su relevancia en el análisis de fenómenos económicos dinámicos, enfatizando la necesidad de modelos capaces de capturar tanto la heterogeneidad entre economías como la evolución temporal de las mismas.

Para modelar adecuadamente los datos de panel, se distinguen dos grandes familias: modelos estáticos y dinámicos. Los primeros suponen que el impacto de las variables explicativas en el desarrollo industrial es inmediato y constante en el tiempo, mientras que los modelos dinámicos incorporan retardos que reflejan efectos de causalidad diferida y posibles problemas de endogeneidad del retardo (sesgo de Nickell). Esta diferenciación es crucial para capturar la verdadera dinámica de la vinculación Triple Hélice, donde las particularidades económicas o los cambios en políticas públicas pueden tener efectos que se manifiestan con rezagos de varios años.

Para corregir dichas endogeneidades, se recurre a estimadores basados en el método GMM: por un lado, el estimador en diferencias de Arellano-Bond (1991), que elimina los efectos fijos a través de primeras diferencias y utiliza retardos de las variables como instrumentos; por otro lado, el estimador en sistema de Blundell-Bond (1998), que combina ecuaciones en niveles y diferencias para reforzar la validez de los instrumentos y mejorar la eficiencia de las estimaciones cuando los regresores son altamente persistentes. La elección de estos estimadores muestra un entendimiento profundo de las limitaciones de cada uno y

de las condiciones bajo las cuales uno puede ser preferible al otro, garantizando así la robustez de los resultados.

La consideración de efectos fijos y aleatorios, y la aplicación del test de Hausman para determinar la especificación más adecuada, refuerzan la rigurosidad del enfoque. El uso de efectos fijos permite controlar por heterogeneidad no observada, invariante en el tiempo, que podría sesgar las estimaciones; mientras que el modelo de efectos aleatorios resulta más eficiente si la hipótesis de exogeneidad de dichos efectos se cumple. El test de Hausman, correctamente aplicado, confiere una base estadística sólida para escoger entre ambas aproximaciones.

Asimismo, el capítulo incorpora pruebas de raíces unitarias y cointegración diseñadas para paneles con dependencia transversal, como la prueba CIPS y la cointegración de Pedroni, validando la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Sobre esta base, se adopta el modelo MG, que permite estimar parámetros diferenciados para cada economía y obtener un promedio consistente de los coeficientes. Esta estrategia reconoce explícitamente la heterogeneidad estructural de las economías APEC y evita el sesgo que se produciría al imponer homogeneidad en los parámetros, ofreciendo una visión más realista de la interacción de Triple Hélice.

Con base en lo planteado, se considera que la propuesta econométrica se muestra robusta y bien fundamentada: la selección de estimadores GMM, la evaluación conjunta de efectos fijos/aleatorios, la validación de cointegración y la implementación del modelo MG garantizan que las estimaciones capturen de manera fiable la compleja interacción entre gobierno, academia y empresa en el desarrollo industrial de APEC. Esta postura metodológica aporta credibilidad y rigor técnico, ofreciendo una hoja de ruta replicable para futuros estudios que busquen cuantificar dinámicas similares en contextos comparables, y consolidando la Triple Hélice como un marco analítico con capacidad explicativa y empírica en escenarios internacionales.

Finalmente, la clasificación de las economías del foro APEC en más desarrolladas y emergentes o en desarrollo, refuerza la coherencia metodológica del capítulo al proporcionar un marco comparativo que permite segmentar los resultados y contextualizar las estimaciones. La incorporación de esta clasificación no sólo facilita la interpretación y comparación de los coeficientes obtenidos mediante el modelo MG, sino que también

evidencia cómo la heterogeneidad estructural del bloque condiciona la efectividad de la interacción de la Triple Hélice. De esta manera, la postura econométrica de la investigación se consolida al vincular la robustez técnica de los modelos de panel con la diversidad institucional y productiva de las economías analizadas, ofreciendo una visión integral que combina rigor estadístico con pertinencia contextual.

Análisis de resultados

Introducción al capítulo

Este capítulo presenta los resultados empíricos y el flujo diagnóstico-estimador que se siguió para contrastar las hipótesis de la tesis con datos de panel. La secuencia analítica parte del diagnóstico de interdependencia entre unidades mediante la prueba de dependencia transversal (*CD-Test*, por sus siglas en inglés) de Pesaran (2004), para determinar si existen factores comunes no observados que influyan simultáneamente en las economías de la muestra. A partir de ese diagnóstico se aplican pruebas de raíces unitarias en panel adecuadas al contexto de dependencia transversal y heterogeneidad, con el fin de establecer las propiedades dinámicas de las series y la pertinencia de contrastes de largo plazo.

Con base en los resultados de estacionariedad y dependencia transversal, se evalúa la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo mediante la prueba de cointegración de Pedroni, seleccionada por su capacidad para considerar heterogeneidad de parámetros entre secciones y distintas alternativas de especificación del término de tendencia. La evidencia de cointegración, cuando procede, orienta la especificación final del modelo y la interpretación económica: sólo tras confirmar coexistencia de relaciones estables en el tiempo se justifica la estimación de efectos dinámicos de largo plazo y la extracción de conclusiones causales condicionadas a la validez de dichas relaciones.

Finalmente, el capítulo procede a la estimación de la especificación que contempla la heterogeneidad entre países, optando por el enfoque del modelo MG de Pesaran y Smith (1995), como estimador principal cuando los diagnósticos señalan dependencia transversal significativa. Se cierra con una batería de pruebas de robustez, análisis por submuestras, así como la interpretación de los hallazgos en relación con las hipótesis centrales del estudio.

VI.1. Panel 1: Veinte economías

El primer grupo de análisis comprende veinte economías miembros del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés): Australia, Brunéi, Canadá, Chile, China, Hong Kong, Indonesia, Japón, Malasia, México, Nueva Zelanda, Papúa Nueva Guinea, Perú, Filipinas, Federación Rusa, Singapur, Corea del Sur, Tailandia, Estados Unidos (EE. UU.) y Vietnam.

La composición de este panel busca capturar la amplia heterogeneidad económica, institucional y geográfica de la región y proporcionar suficiente variación transversal y temporal para estimaciones de panel robustas. Se excluyó a Taiwán por escasez e inconsistencia en las series de datos relevantes; esta exclusión y los criterios de selección de observaciones se documentan en la sección de datos para transparentar el alcance, la representatividad y las limitaciones que podrían afectar la interpretación de los resultados.

VI.1.1. Prueba de dependencia transversal

Los resultados que a continuación se presentan resumen los resultados de la prueba de dependencia transversal (CD-Test) de Pesaran (2004), aplicada a las cuatro series del panel. El objetivo de dicha prueba es identificar correlación no observada entre las secciones cruzadas que, en caso de existir, invalida la asunción de independencia y condiciona la elección de métodos de estimación y pruebas subsecuentes.

Los resultados presentados en la Tabla 6 evidencian la presencia de dependencia transversal significativa entre las unidades del panel para todas las variables analizadas. El estadístico CD-test arroja valores elevados en cada caso, con p-valores iguales a 0.00, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) con un nivel de significancia del 1%. Esto implica que las observaciones no son independientes entre sí, y que existen correlaciones relevantes entre las entidades territoriales consideradas.

Tabla 6.

Prueba de dependencia transversal para las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés)

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	54.94	0.00	0.74	0.94	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto público en Educación (total)	35.59	0.00	0.48	0.55	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	56.96	0.00	0.73	0.73	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	37.83	0.00	0.51	0.63	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

En particular, el indicador de desarrollo industrial, el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) muestra una correlación media de 0.74 y una correlación absoluta media de 0.94, lo que sugiere una fuerte interdependencia económica entre regiones. Este resultado es consistente con la existencia de dinámicas regionales compartidas, posiblemente influenciadas por políticas nacionales, cadenas de valor interconectadas o efectos de contagio productivo.

Respecto a las variables explicativas, se observa que el gasto público en educación (X1) presenta una correlación media de 0.48, lo que indica una dependencia moderada entre gobiernos en sus decisiones presupuestarias, posiblemente influenciadas por marcos normativos comunes o transferencias federales.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, exhibe una correlación media de 0.73, lo que refleja patrones compartidos de generación de conocimiento, probablemente vinculados a redes de colaboración interinstitucional y políticas de ciencia y tecnología de alcance nacional.

Las solicitudes de patentes (X3), como *proxy* de la actividad innovadora empresarial, presentan una correlación media de 0.51, lo que sugiere que los ecosistemas productivos regionales están interrelacionados, ya sea por competencia tecnológica, difusión de capacidades o concentración sectorial.

Estos hallazgos justifican el uso de estimadores robustos a la dependencia transversal en los modelos econométricos subsiguientes, como el modelo MG, ya que, ignorar esta dependencia podría conducir a inferencias sesgadas y subestimación de la varianza de los coeficientes.

VI.1.2. Prueba de raíz unitaria

Con el propósito de garantizar la validez de las estimaciones en datos de panel, resulta indispensable evaluar la presencia de raíces unitarias en las series utilizadas, ya que la existencia de procesos no estacionarios puede conducir a inferencias espurias y sesgos en la interpretación de los coeficientes. En este contexto, se aplicó la prueba *Cross Sectionally Aumented Dickey-Fuller (CADF, por sus siglas en inglés)* de Pesaran (2004), diseñada para entornos con posible dependencia transversal, lo que la convierte en una herramienta adecuada para el conjunto de economías analizadas. La prueba se aplicó sobre las diferencias logarítmicas de las series originales, de manera que se examina la estacionariedad en las tasas de crecimiento y no en los niveles, atendiendo a la naturaleza de los datos y a la necesidad de capturar dinámicas de corto plazo.

Lo que a continuación se plasma resume los resultados obtenidos, presentando los estadísticos de contraste y sus valores de significancia asociados. Estos resultados permiten identificar si las series del panel cumplen con la condición de estacionariedad en diferencias, lo cual constituye un requisito previo para avanzar hacia pruebas de cointegración y, posteriormente, hacia la estimación de modelos que integren relaciones de largo plazo entre las variables. De este modo, la prueba de raíz unitaria se convierte en un paso metodológico clave para asegurar la consistencia de los hallazgos empíricos y la robustez del modelo final.

La Tabla 7 correspondiente al Panel 1 presenta los resultados del test de raíces unitarias aplicado a las variables centrales del modelo. Se utilizó el estadístico $Z(t\text{-bar})$ para evaluar la estacionariedad en distintos niveles de transformación (nivel, logaritmo y primera diferencia del logaritmo), considerando hasta dos rezagos. Los resultados permiten

identificar la presencia de no estacionariedad en las series originales, así como el orden de integración de cada variable.

Tabla 7.
Prueba de raíces unitarias para las veinte economías de APEC

Variable	Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Nivel	0	5.14	1.00	×
		1	4.41	1.00	×
		2	3.87	1.00	×
	Logaritmo	0	1.43	0.924	×
		1	0.01	0.50	×
		2	-0.59	0.28	×
	Δ Logaritmo	0	-9.92	0.00	✓
		1	-6.08	0.00	✓
		2	-3.22	0.00	✓
X1	Nivel	0	0.86	0.81	×
		1	0.82	0.79	×
		2	2.48	0.99	×
	Logaritmo	0	1.28	0.90	×
		1	0.71	0.76	×
		2	2.42	0.99	×
	Δ Logaritmo	0	-11.23	0.00	✓
		1	-7.03	0.00	✓
		2	-1.25	0.00	✓
X2	Nivel	0	11.00	1.00	×
		1	7.27	1.00	×
		2	6.97	1.00	×
	Logaritmo	0	1.23	0.89	×
		1	2.26	0.99	×
		2	1.69	0.96	×
	Δ Logaritmo	0	-10.78	0.00	✓

X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Nivel	1	-4.20	0.00	✓
			2	-1.48	0.07	✗
			0	0.40	0.66	✗
			1	-0.50	0.310	✗
			2	1.61	0.946	✗
			0	-2.93	0.00	✓
		Logaritmo	1	-2.29	0.01	✓
			2	2.68	1.00	✗
		Δ Logaritmo	0	-16.53	0.00	✓
			1	-11.59	0.00	✓
			2	-7.72	0.00	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

En primer lugar, el indicador de desarrollo industrial (PIBpc) no muestra evidencia de estacionariedad ni en nivel ni en logaritmo, dado que los valores de Z son positivos y los p-valores se mantienen en 1.00 o cercanos dicho valor. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia del logaritmo (Δ logaritmo), los valores de Z se tornan negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que indica que la serie es estacionaria en primera diferencia, es decir, integrada de orden uno (I(1)).

El gasto público en educación (X1) presenta un comportamiento similar: no estacionario en nivel y logaritmo, pero estacionario en primera diferencia del logaritmo, con valores de Z negativos y p-valores iguales a 0.00 en todos los rezagos. Esto sugiere que la variable también es I(1), lo cual es consistente con su naturaleza presupuestaria acumulativa.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, muestra una clara no estacionariedad en nivel y logaritmo, con valores de Z elevados y p-valores de 1.00. En primera diferencia del logaritmo, los rezagos 0 y 1 indican estacionariedad ($p = 0.00$), pero el rezago 2 presenta un p-valor de 0.07, lo que sugiere una posible raíz unitaria persistente en rezagos más largos. No obstante, se considera razonable asumir integración de orden uno para efectos de modelación.

Finalmente, las solicitudes de patentes (X3) presentan un comportamiento mixto. Aunque la serie en logaritmo ya muestra estacionariedad en los primeros rezagos ($Z = -2.93$, $p = 0.00$), la evidencia se refuerza en la primera diferencia del logaritmo, donde todos los

rezagos arrojan valores negativos y altamente significativos. Esto confirma que la variable es estacionaria en Δ logaritmo, y por tanto, también puede considerarse I(1).

En conjunto, los resultados justifican la transformación de las variables mediante logaritmos y primeras diferencias para garantizar la validez de los modelos econométricos, evitando problemas de regresión espuria. Además, la homogeneidad en el orden de integración permite aplicar técnicas de cointegración para paneles no estacionarios.

VI.1.3. Análisis de cointegración

En el primer panel se aplicó la prueba de cointegración de Pedroni (2004), con el propósito de identificar la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Este contraste resulta fundamental, ya que permite determinar si las series, aun siendo integradas en primera diferencia, mantienen vínculos estables que justifican la estimación de modelos dinámicos de largo plazo. La tabla correspondiente presenta los estadísticos de las distintas especificaciones de la prueba, junto con sus valores de significancia, lo que facilita evaluar la robustez de los resultados y la validez de las hipótesis de cointegración en este conjunto de economías.

Tabla 8.

Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las veinte economías de APEC

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	-2.38	0.01
Modified Phillips-Perron	0.64	0.26
Phillips-Perron	-2.74	0.01
Augmented Dickey-Fuller	-2.99	0.01

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni aplicados al Panel 1 muestran evidencia mixta respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos *Modified variance ratio* (-2.38; p-value = 0.01), *Phillips-Perron* (-2.74; p-value = 0.01) y *Augmented Dickey-Fuller* (ADF, por sus siglas en inglés) (-2.99; p-value = 0.01) rechazan de manera significativa la hipótesis nula, indicando la existencia de

relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables consideradas. Estos resultados sugieren que, pese a la heterogeneidad entre las economías del panel, las series tienden a converger hacia un comportamiento común en el tiempo.

Por otro lado, el estadístico *Modified Phillips-Perron* (0.64; p-value = 0.26) no resulta significativo, lo que implica que bajo esta especificación no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración. Sin embargo, dado que la mayoría de los contrastes aplicados muestran significancia estadística al 1%, la evidencia global respalda la existencia de cointegración en el panel.

Es con base en lo anterior que se puede contemplar que los resultados de la Tabla 8 permiten concluir que las variables analizadas en el Panel 1 mantienen relaciones de largo plazo consistentes, lo cual justifica avanzar hacia la estimación de modelos que incorporen dichas dinámicas, como el enfoque MG.

VI.1.4. Análisis e interpretación del modelo de datos de panel 1 bajo la perspectiva del MG

En el primer panel se procede a la estimación mediante el enfoque MG de Pesaran y Smith (1995), seleccionado por su capacidad de capturar la heterogeneidad estructural entre países y obtener un promedio consistente de los coeficientes individuales. Este estimador permite que cada economía del panel tenga sus propios parámetros de largo plazo y, posteriormente, calcula el promedio de dichos coeficientes, garantizando la validez de las inferencias en contextos de diversidad institucional y productiva. La tabla correspondiente presenta los resultados del modelo MG (a través de la implementación del comando “xtmg” en Stata), destacando la magnitud y significancia de los parámetros estimados.

Los resultados en la Tabla 9 del modelo MG aplicado al Panel 1, conformado por veinte economías de APEC, muestran una relación positiva y estadísticamente significativa entre las tres dimensiones consideradas (gobierno, academia y empresas) y el desarrollo industrial medido a través del PIBpc.

Tabla 9.
Modelo MG para las veinte economías de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P-valor	Significancia
Gobierno (Gasto Público en Educación (total))	0.076	4.09	0.00	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.039	3.89	0.00	✓
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.076	2.41	0.02	✓
Constante	0.018	4.95	0.00	✓

Nota: El error cuadrático medio (sigma) obtenido es de 0.03. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

El coeficiente de 0.076 con un estadístico Z de 4.09 y un p-valor de 0.00 en la variable gobierno (X1), medida por el gasto público en educación total, indica una fuerte y significativa contribución de dicho gasto al desarrollo industrial. Esto sugiere que la inversión estatal en capital humano genera efectos de largo plazo sobre la productividad y el crecimiento económico.

El coeficiente de 0.039 con Z=3.89 y p-valor=0.00 en la variable academia (X2), medida a través de los artículos en publicaciones científicas y técnicas, confirma que la producción académica en ciencia y tecnología se vincula directamente con el desarrollo industrial. La evidencia respalda la hipótesis de que la generación de conocimiento y su difusión en publicaciones científicas constituye un motor de innovación y competitividad en las economías analizadas.

La variable empresas (X3), medida por las solicitudes de patentes totales, presenta un coeficiente de 0.076 con Z=2.41 y p-valor=0.02, mostrando que la actividad empresarial en innovación también contribuye significativamente al desarrollo industrial, aunque con menor magnitud relativa que las variables de gobierno y academia. Esto refleja que la capacidad de transformar conocimiento en aplicaciones productivas es un factor clave, pero depende de la interacción con políticas públicas y el entorno académico.

La constante tiene un valor positivo de 0.018 con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$), lo que sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento asociado al panel, posiblemente vinculado a factores comunes de las economías APEC como apertura comercial o integración regional.

El error cuadrático medio 0.03 indica un buen ajuste del modelo, con errores relativamente bajos en la predicción del PIBpc.

El análisis de los coeficientes estimados en el Panel 1 permite evidenciar el impacto marginal de cada dimensión de la Triple Hélice sobre el PIBpc en el conjunto de las veinte economías. El coeficiente de 0.076 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.076 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano constituye un motor transversal de productividad y crecimiento económico en el bloque.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.039 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementa en 0.039 unidades, reflejando que la generación de conocimiento académico contribuye de manera significativa a la innovación y competitividad regional.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.076, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.076 unidades en el PIBpc. Este resultado evidencia que la capacidad empresarial de transformar conocimiento en aplicaciones productivas tiene un peso equivalente al del gasto público en educación, aunque su efectividad depende de la interacción con políticas públicas y el entorno académico.

Finalmente, la constante positiva de 0.018 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial y la integración regional.

La evidencia empírica también confirma la hipótesis de que el desarrollo industrial en las economías APEC se sustenta en la interacción de tres pilares: inversión pública en educación, producción académica en ciencia y tecnología, y actividad empresarial innovadora. El modelo MG permite capturar estos efectos en presencia de heterogeneidad

entre países, mostrando que la complementariedad entre gobierno, academia y empresas constituye un determinante robusto del desarrollo industrial en el panel analizado.

VI.2. Panel 2: Economías más desarrolladas

El segundo grupo de análisis corresponde a las economías más desarrolladas dentro de APEC, integrado por Australia, Canadá, EE. UU., Japón, Corea, Nueva Zelanda, Singapur y Hong Kong. Este panel se caracteriza por altos niveles de ingreso per cápita, sistemas educativos consolidados, infraestructura tecnológica avanzada y una fuerte capacidad de innovación empresarial. La inclusión de estas economías permite contrastar cómo los determinantes del desarrollo industrial operan en contextos con instituciones maduras y mercados altamente competitivos.

El análisis de este panel resulta fundamental para identificar si los efectos de gobierno, academia y empresas mantienen la misma intensidad que en economías menos desarrolladas, o si, por el contrario, la dinámica del desarrollo industrial se explica por la interacción de factores estructurales más complejos. De esta manera, el Panel 2 ofrece un referente comparativo que contribuye a evaluar la robustez de las hipótesis planteadas y a comprender las diferencias en la trayectoria de industrialización dentro de APEC.

VI.2.1. Prueba de dependencia transversal

En el segundo panel de análisis se aplicó la prueba de dependencia transversal propuesta por Pesaran (2004), con el objetivo de identificar si las series presentan correlaciones no observadas entre las unidades que lo integran. Este diagnóstico resulta fundamental, ya que la presencia de dependencia transversal invalida la hipótesis de independencia entre secciones y condiciona tanto la elección de pruebas de raíz unitaria como la interpretación de los resultados de cointegración.

La tabla correspondiente resume los estadísticos CD y sus valores de significancia, lo que permite evaluar de manera directa si las correlaciones comunes son estadísticamente relevantes. En caso de detectarse dependencia transversal significativa, se justifica la adopción de estimadores que incorporen factores comunes correlacionados, como el enfoque MG, garantizando así la robustez de las inferencias y la consistencia del modelo final.

Tabla 10.*Prueba de dependencia transversal para las economías más desarrolladas de APEC*

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	28.79	0.00	0.96	0.96	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto Público en Educación (total)	3.26	0.00	0.11	0.38	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	22.56	0.00	0.65	0.65	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	11.86	0.00	0.40	0.62	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 10 correspondiente al Panel 2 muestra los resultados del CD-test aplicado a las variables clave del modelo para el subconjunto de economías más desarrolladas. Al igual que en el Panel 1, los resultados permiten rechazar de manera sistemática la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) en todos los casos, dado que los valores del estadístico CD son positivos y altamente significativos ($p = 0.00$). Esto confirma la existencia de correlaciones relevantes entre las unidades del panel, lo cual debe ser considerado en la especificación econométrica.

En términos de magnitud, se observa que el indicador de desarrollo industrial (PIBpc) presenta una correlación media y absoluta de 0.96, lo que evidencia una muy alta interdependencia entre las economías desarrolladas en cuanto a su desempeño económico. Este resultado es coherente con la integración estructural y comercial que caracteriza a este grupo de países, así como con la difusión de impactos globales.

El gasto público en educación (X1) muestra una correlación media más baja (0.11), aunque su valor absoluto medio (0.38) sugiere cierta heterogeneidad en los niveles de inversión educativa. Esto podría reflejar diferencias institucionales o prioridades nacionales divergentes, incluso dentro del grupo de economías avanzadas.

La producción académica (X2), medida por artículos científicos y técnicos, presenta una correlación media de 0.65, lo que indica patrones compartidos de generación de conocimiento, posiblemente impulsados por redes internacionales de investigación, cooperación científica y estándares comunes de publicación.

Las solicitudes de patentes (X3) exhiben una correlación media de 0.40 y absoluta de 0.62, lo que sugiere que la actividad innovadora empresarial también está interrelacionada, aunque con mayor variabilidad entre países. Esto podría deberse a diferencias en los sectores dominantes, marcos regulatorios o intensidad de Investigación más Desarrollo (I+D).

Estos resultados confirman la necesidad de emplear estimadores robustos a la dependencia transversal en los modelos aplicados al Panel 2. Además, la comparación con el Panel 1 permite anticipar posibles diferencias en la magnitud y dirección de los efectos estimados, dada la mayor homogeneidad estructural y el grado de integración entre las economías desarrolladas.

VI.2.2. Prueba de raíz unitaria

En el segundo panel se aplicó la prueba CADF de Pesaran sobre las diferencias logarítmicas de las series, con el objetivo de verificar la estacionariedad en las tasas de crecimiento. A continuación, se presentan los estadísticos y valores de significancia obtenidos, que permiten determinar si las series cumplen con la condición de integración en primera diferencia y, por tanto, son aptas para avanzar hacia el análisis de cointegración.

Tabla 11.

Prueba de raíces unitarias para las economías más desarrolladas de APEC

Variable	Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Nivel	0	1.28	0.90	×
		1	1.54	0.94	×
		2	1.77	0.96	×
	Logaritmo	0	1.59	0.94	×
		1	0.81	0.79	×
		2	1.19	0.88	×
	Δ Logaritmo	0	-6.39	0.00	✓

X1	Gobierno (Gasto Público en Educación (Total))		1	-4.27	0.00	✓
			2	-0.88	0.19	✗
			0	-0.82	0.21	✗
		Nivel	1	0.94	0.83	✗
			2	1.91	0.97	✗
		Logaritmo	0	0.12	0.55	✗
			1	0.86	0.81	✗
			2	2.53	0.99	✗
		Δ Logaritmo	0	-9.09	0.00	✓
			1	-4.42	0.00	✓
			2	-0.19	0.42	✗
		Nivel	0	-1.66	0.05	✓
			1	-1.03	0.02	✓
			2	-0.53	0.30	✗
X2	Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	Logaritmo	0	-7.52	0.00	✓
			1	-4.52	0.00	✓
			2	-1.04	0.15	✗
		Δ Logaritmo	0	-7.06	0.00	✓
			1	-6.01	0.00	✓
			2	-2.91	0.00	✓
		X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Nivel	0	1.43
1	1.05				0.85	✗
2	0.85				0.80	✗
Logaritmo	0			-4.50	0.00	✓
	1			-3.06	0.00	✓
	2			1.93	0.97	✗
Δ Logaritmo	0			-9.77	0.00	✓
	1	-9.06	0.00	✓		
	2	-6.16	0.00	✓		

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 11 presenta los resultados del *test* de raíces unitarias aplicado a las variables del Panel 2, correspondiente al subconjunto de economías más desarrolladas. El objetivo es

determinar el orden de integración de las series y verificar su estacionariedad, condición necesaria para evitar regresiones espurias y seleccionar técnicas econométricas adecuadas.

De manera general, los resultados indican que la mayoría de las variables no son estacionarias en nivel ni en logaritmo, pero se vuelven estacionarias al aplicar la primera diferencia del logaritmo, lo que sugiere que son integradas de orden uno (I(1)).

En el Desarrollo industrial (Y), el PIBpc no es estacionario en nivel ni en logaritmo, con p-valores superiores a 0.79 en todos los rezagos. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 muestran valores de Z negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que indica estacionariedad. El rezago 2 no es concluyente ($p = 0.19$), pero en conjunto, la evidencia respalda que la serie es I(1).

Para el Gasto público en educación (X1), la variable tampoco es estacionaria en nivel ni en logaritmo, con p-valores cercanos a 1.00. En primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 son significativos ($p = 0.00$), mientras que el rezago 2 no lo es ($p = 0.42$). A pesar de esta inconsistencia marginal, se considera razonable asumir integración de orden uno.

En cuanto a la Producción académica (X2), a diferencia de las demás variables, la serie muestra signos de estacionariedad incluso en nivel (rezagos 0 y 1 con $p = 0.05$ y 0.02 , respectivamente), lo que sugiere una dinámica más estable en el tiempo. Esta propiedad se refuerza en logaritmo y en primera diferencia logarítmica, donde todos los rezagos relevantes son altamente significativos. Por tanto, X2 puede considerarse estacionaria o cuasi-estacionaria, dependiendo del nivel de transformación.

Mientras que las Solicitudes de patentes (X3), son una variable no es estacionaria en nivel, pero sí lo es en logaritmo (rezagos 0 y 1 con $p = 0.00$) y en primera diferencia logarítmica (todos los rezagos con $p = 0.00$). Esto sugiere que la transformación logarítmica ya es suficiente para estabilizar la serie, aunque la evidencia en primera diferencia es aún más robusta.

Es así como los resultados del Panel 2 confirman que las variables clave del modelo presentan propiedades de integración similares a las observadas en el Panel 1, aunque con algunas diferencias en la estabilidad de las series académicas y empresariales.

VI.2.3. Análisis de cointegración

En el segundo panel se recurrió nuevamente a la prueba de Pedroni (2004), para verificar la presencia de relaciones de largo plazo entre las variables del grupo. La aplicación de este

contraste permite comprobar si las series diferenciadas logarítmicamente, pese a su carácter estacionario en crecimiento, convergen hacia un equilibrio común en el tiempo. La tabla asociada resume los estadísticos obtenidos bajo las distintas especificaciones del test, ofreciendo evidencia sobre la consistencia de las relaciones de cointegración y sobre la pertinencia de avanzar hacia modelos que integren dinámicas de largo plazo en este panel.

Tabla 12.

Análisis de cointegración de Pedroni (2004) para las economías más desarrolladas de APEC

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	0.04	0.48
Modified Phillips-Perron	0.29	0.39
Phillips-Perron	-1.61	0.05
Augmented Dickey-Fuller	-1.95	0.03

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni para el Panel 2 muestran evidencia parcial respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos *Modified variance ratio* (0.04; p-value = 0.48) y *Modified Phillips-Perron* (0.29; p-value = 0.39) no resultan significativos, lo que implica que bajo estas especificaciones no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración.

Sin embargo, los contrastes Phillips-Perron (-1.61; p-value = 0.05) y ADF (-1.95; p-value = 0.03) sí muestran significancia estadística, permitiendo rechazar la hipótesis nula al 5% y 3% respectivamente. Esto sugiere que, aunque la evidencia no es uniforme en todas las pruebas, existen indicios de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables del panel.

Contemplando lo anterior, se observa que la Tabla 12 refleja un escenario de cointegración débil pero presente: dos de los cuatro estadísticos aplicados respaldan la existencia de vínculos de largo plazo, mientras que los otros dos no ofrecen evidencia suficiente. Esta combinación obliga a interpretar los resultados con cautela, reconociendo que las relaciones de cointegración en el Panel 2 son menos robustas que las observadas en

el Panel 1, pero aún justifican avanzar hacia la estimación de modelos que incorporen dinámicas de largo plazo bajo supuestos de heterogeneidad y factores comunes.

VI.2.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG

En el segundo panel se aplicó nuevamente el estimador MG, con el objetivo de capturar relaciones de largo plazo robustas en presencia de heterogeneidad estructural entre países.

La elección de este método responde a los diagnósticos previos de cointegración, que justifican la necesidad de emplear un estimador capaz de reconocer que cada economía puede presentar parámetros distintos y, posteriormente, calcular un promedio consistente de los coeficientes.

Los resultados se presentan en la tabla respectiva, mostrando la magnitud y significancia de los parámetros estimados, lo que permite evaluar la consistencia de las hipótesis planteadas para este grupo de economías.

Tabla 13.
Modelo MG para las economías más desarrolladas de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P-valor	Significancia
Gobierno (Gasto Público en Educación (total))	0.074	2.25	0.03	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.069	2.77	0.01	✓
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.107	2.97	0.00	✓
Constante	0.013	5.57	0.00	✓

Nota: El error medio cuadrático (sigma) obtenido es de 0.02. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados del modelo MG aplicado al Panel 2, que agrupa a las economías más desarrolladas, muestran relaciones positivas y estadísticamente significativas entre los tres actores de la Triple Hélice y el desarrollo industrial medido por el PIBpc.

Para el gobierno (gasto público en educación total), el coeficiente de 0.074 con $Z=2.25$ y $p\text{-valor}=0.03$ confirma que la inversión pública en educación contribuye de manera significativa al desarrollo industrial. En el caso de las economías avanzadas, este resultado sugiere que el gasto estatal en formación y capital humano sigue siendo un factor clave para sostener la competitividad y la innovación, incluso en sistemas educativos consolidados.

En el caso de la academia (artículos en publicaciones científicas y técnicas), el coeficiente de 0.069 con $Z=2.77$ y $p\text{-valor}=0.01$ evidencia que la producción académica en ciencia y tecnología tiene un impacto positivo y robusto sobre el PIBpc. Esto respalda la hipótesis de que la generación de conocimiento científico constituye un motor de innovación y productividad en las economías más desarrolladas.

Para la variable empresas (solicitudes de patentes totales), el coeficiente de 0.107 con $Z=2.97$ y $p\text{-valor}=0.00$ muestra que la actividad empresarial en innovación ejerce el efecto más fuerte entre las tres dimensiones. Este hallazgo refleja que, en las economías avanzadas, la capacidad de transformar conocimiento en aplicaciones productivas es un determinante central del desarrollo industrial.

El valor de la constante es positivo (0.013) con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$), lo que sugiere la existencia de un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes de las economías desarrolladas, como infraestructura avanzada, integración tecnológica y estabilidad institucional. Asimismo, el error medio cuadrático de 0.02 indica un buen ajuste del modelo, con errores reducidos en la predicción del PIBpc.

Interpretando los resultados estadísticos se puede aseverar que el coeficiente de 0.074 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.074 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano sigue siendo un motor de competitividad y productividad incluso en sistemas educativos consolidados.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.069 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementa en 0.069 unidades, reflejando que la generación de conocimiento académico en estas economías se vincula estrechamente con la innovación y la capacidad de sostener el crecimiento industrial.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.107, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.107 unidades en el PIBpc. Este resultado evidencia que la actividad empresarial innovadora ejerce el efecto más fuerte entre los tres pilares, consolidando a la innovación aplicada como el principal determinante del desarrollo industrial en este grupo de países.

Finalmente, la constante positiva de 0.013 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como infraestructura avanzada, integración tecnológica y estabilidad institucional.

La evidencia empírica derivada de la aplicación del modelo MG confirma que el desarrollo industrial en las economías más desarrolladas se sustenta en la complementariedad de tres pilares: inversión pública en educación, producción académica en ciencia y tecnología, y actividad empresarial innovadora. El modelo MG permite capturar estos efectos en presencia de heterogeneidad entre países, mostrando que la interacción entre gobierno, academia y empresas constituye un determinante robusto del desarrollo industrial en este grupo de economías.

VI.3. Panel 3: Economías en desarrollo

El tercer grupo de análisis corresponde a las economías de APEC clasificadas como emergentes o en desarrollo, integradas por Papúa Nueva Guinea, China, Filipinas, Indonesia, Vietnam, Malasia, Tailandia, Brunei Darussalam, Perú, Chile, Rusia y México. Este panel reúne países con estructuras productivas heterogéneas, niveles de ingreso medio y trayectorias de industrialización en proceso de consolidación.

La inclusión de estas economías permite examinar cómo los factores de gobierno, academia y empresas inciden en el desarrollo industrial en contextos donde la capacidad institucional y tecnológica aún se encuentra en expansión. Asimismo, este panel ofrece un contraste con los resultados de las economías más desarrolladas, al mostrar si las dinámicas de innovación y crecimiento dependen en mayor medida de la inversión pública y de la actividad empresarial, o si la producción académica logra desempeñar un papel relevante en la industrialización.

De esta manera, el Panel 3 aporta evidencia sobre los desafíos y oportunidades que enfrentan las economías en desarrollo dentro de APEC, y constituye un referente clave para

evaluar la validez de las hipótesis centrales en escenarios de menor madurez institucional y tecnológica.

VI.3.1. Prueba de dependencia transversal

En el tercer panel de análisis se aplicó la prueba de dependencia transversal de Pesaran (2004), para lo cual, la tabla correspondiente muestra los estadísticos CD y sus valores de significancia, permitiendo evaluar de manera directa la magnitud y relevancia de dichas correlaciones. En caso de detectarse dependencia transversal significativa, se justifica la adopción de estimadores que incorporen explícitamente factores comunes correlacionados, como el enfoque MG garantizando así la robustez de las inferencias y la consistencia de los resultados obtenidos en este panel.

Tabla 14.

Prueba de dependencia transversal para las economías en desarrollo de APEC

	Variable	Indicador	CD-test	p-valor	ρ medio	$ \rho $ medio	H_0	Dep Trans
Y	Desarrollo Industrial	PIBpc	54.94	0.00	0.74	0.94	✗	✓
X1	Gobierno	Gasto Público en Educación (total)	35.59	0.00	0.48	0.55	✗	✓
X2	Academia	Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas	56.96	0.00	0.73	0.73	✗	✓
X3	Empresas	Solicitudes de Patentes (totales)	37.83	0.00	0.51	0.63	✗	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

La Tabla 14 correspondiente al Panel 3 presenta los resultados del test de dependencia transversal aplicado a las economías emergentes incluidas en el estudio. El CD-test arroja valores elevados y p-valores iguales a 0.00 para todas las variables, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia transversal (H_0) con un nivel de confianza del 99%. Esto

indica que las observaciones entre países emergentes están correlacionadas, y que existen patrones compartidos en sus trayectorias de desarrollo industrial y actividad innovadora.

Los coeficientes de correlación media (ρ medio) y absoluta ($|\rho|$ medio) permiten caracterizar la intensidad de dicha dependencia, para lo cual, se puede observar que para la variable dependiente Desarrollo industrial (Y), medida por el PIBpc, se presenta una correlación media de 0.74 y absoluta de 0.94, lo que evidencia una fuerte interdependencia entre las economías emergentes en términos de desempeño económico. Este resultado sugiere que shocks externos, políticas regionales o dinámicas comerciales comunes pueden estar influyendo simultáneamente en sus niveles de industrialización.

El Gasto público en educación (X1), presenta una correlación media de 0.48 y absoluta de 0.55, es decir que, esta variable muestra una dependencia moderada entre gobiernos emergentes. La similitud en los patrones de inversión educativa puede reflejar esfuerzos convergentes por fortalecer el capital humano como estrategia de desarrollo, aunque con diferencias institucionales relevantes.

La Academia (X2), medida por los artículos científicos y técnicos presentan una correlación media y absoluta de 0.73, lo que indica una alta interdependencia en la generación de conocimiento. Este resultado podría estar vinculado a la creciente internacionalización de la investigación, la participación en redes regionales y la adopción de estándares globales de publicación.

Las Empresas (X3), medidas por la actividad empresarial innovadora a través de las solicitudes de patentes muestran una correlación media de 0.51 y absoluta de 0.63, lo que sugiere vínculos relevantes entre los ecosistemas productivos emergentes. Estos vínculos pueden derivarse de procesos de imitación tecnológica, integración en cadenas globales de valor o políticas industriales coordinadas.

Por lo anterior, los resultados confirman la presencia de dependencia transversal significativa en el Panel 3, lo que justifica el uso de estimadores robustos como el modelo de MG en los análisis posteriores. Además, la intensidad de las correlaciones sugiere que, pese a su heterogeneidad estructural, las economías emergentes comparten dinámicas regionales que deben ser consideradas en la interpretación de los efectos estimados.

VI.3.2. Prueba de raíz unitaria

En el tercer panel se aplicó la prueba CADF de Pesaran sobre las diferencias logarítmicas de las series, con el objetivo de verificar la estacionariedad en las tasas de crecimiento correspondientes. Los resultados plasmados en este apartado presentan los estadísticos y valores de significancia, los cuales permiten confirmar si las variables cumplen con la condición de integración en primera diferencia y, en consecuencia, si es posible avanzar hacia el análisis de cointegración en este conjunto de economías.

La Tabla 15 de este apartado presenta los resultados del test de raíces unitarias aplicado a las variables del Panel 3, correspondiente al grupo de economías emergentes. El objetivo es determinar el orden de integración de las series y verificar su estacionariedad, condición necesaria para evitar regresiones espurias y seleccionar técnicas econométricas apropiadas.

Tabla 15.

Prueba de raíces unitarias para las economías en desarrollo de APEC

Variable		Transformación	Rezagos	Z (t-bar)	p-valor	Estacionaria
Y	Desarrollo Industrial (PIBpc)	Nivel	0	5.14	1.00	×
			1	4.41	1.00	×
			2	3.87	1.00	×
		Logaritmo	0	1.43	0.924	×
			1	0.01	0.50	×
			2	-0.59	0.28	×
		Δ Logaritmo	0	-9.92	0.00	✓
			1	-6.08	0.00	✓
			2	-3.22	0.00	✓
X1	Gobierno (Gasto Público en Educación (Total))	Nivel	0	0.86	0.81	×
			1	0.82	0.79	×
			2	2.48	0.99	×
		Logaritmo	0	1.28	0.90	×
			1	0.71	0.76	×
			2	2.42	0.99	×

X2	Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	Δ Logaritmo	0	-11.23	0.00	✓
			1	-7.03	0.00	✓
			2	-1.25	0.00	✓
		Nivel	0	11.00	1.00	✗
			1	7.27	1.00	✗
			2	6.97	1.00	✗
		Logaritmo	0	1.23	0.89	✗
			1	2.26	0.99	✗
			2	1.69	0.96	✗
		Δ Logaritmo	0	-10.78	0.00	✓
			1	-4.20	0.00	✓
			2	-1.48	0.07	✗
		Nivel	0	0.40	0.66	✗
			1	-0.50	0.310	✗
			2	1.61	0.946	✗
X3	Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	Logaritmo	0	-2.93	0.00	✓
			1	-2.29	0.01	✓
			2	2.68	1.00	✗
		Δ Logaritmo	0	-16.53	0.00	✓
			1	-11.59	0.00	✓
			2	-7.72	0.00	✓

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados muestran que la mayoría de las series no son estacionarias en nivel ni en logaritmo, pero se vuelven estacionarias al aplicar la primera diferencia del logaritmo, lo que indica que son integradas de orden uno (I(1)).

Para el Desarrollo industrial (Y), el PIBpc no es estacionario ni en nivel ni en logaritmo, con p-valores iguales o superiores a 0.28 en todos los rezagos. Sin embargo, al aplicar la primera diferencia logarítmica, los tres rezagos muestran valores de Z negativos y altamente significativos ($p = 0.00$), lo que confirma que la serie es I(1).

El Gasto público en educación (X1), tampoco es estacionaria en sus niveles originales ni en logaritmo, con p-valores cercanos a 1.00. En cambio, en primera diferencia logarítmica,

los tres rezagos muestran estacionariedad con $p = 0.00$, lo que indica integración de orden uno.

En la producción académica (X2), la serie presenta una clara no estacionariedad en nivel y logaritmo, con valores de Z muy altos y p -valores de 1.00. En primera diferencia logarítmica, los rezagos 0 y 1 son significativos ($p = 0.00$), pero el rezago 2 arroja un p -valor de 0.07, lo que sugiere una posible raíz unitaria persistente. No obstante, la evidencia general permite asumir razonablemente que la serie es $I(1)$.

En las solicitudes de patentes (X3), la variable muestra un comportamiento mixto. Aunque no es estacionaria en nivel, sí lo es en logaritmo para los rezagos 0 y 1 ($p = 0.00$ y 0.01, respectivamente), lo que sugiere que la transformación logarítmica puede ser suficiente en ciertos casos. Sin embargo, la evidencia es aún más robusta en primera diferencia logarítmica, donde todos los rezagos son altamente significativos ($p = 0.00$), confirmando su integración de orden uno.

Los resultados del Panel 3 son consistentes con los observados en los paneles anteriores: las variables clave del modelo presentan propiedades de integración de orden uno, lo que justifica el uso de transformaciones logarítmicas en primera diferencia y permite avanzar hacia pruebas de cointegración.

VI.3.3. Análisis de cointegración

En el tercer panel se implementó la prueba de cointegración de Pedroni (2004), con el fin de evaluar si las variables mantienen relaciones estables de largo plazo, condición necesaria para la estimación de modelos que capturen efectos persistentes entre las economías incluidas.

La tabla correspondiente muestra los estadísticos de contraste y sus valores de significancia, lo que permite determinar la solidez de las relaciones de cointegración y establecer la base empírica para la especificación final del modelo MG.

Los resultados de la prueba de cointegración de Pedroni para el Panel 3 muestran evidencia heterogénea respecto a la hipótesis nula de ausencia de cointegración. En primer lugar, los estadísticos Phillips-Perron (-3.07; p -value = 0.00) y ADF (-2.76; p -value = 0.00) rechazan de manera contundente la hipótesis nula al 1%, confirmando la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables del panel. Estos hallazgos sugieren que, en este conjunto de economías, las series tienden a converger hacia un comportamiento común en el tiempo.

Tabla 16.*Análisis de raíces unitarias de Pedroni (2004) para las economías en desarrollo de APEC*

H_0 =No cointegración	Estadístico	p-value
Modified variance ratio	-1.41	0.08
Modified Phillips-Perron	-0.10	0.46
Phillips-Perron	-3.07	0.00
Augmented Dickey-Fuller	-2.76	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Por otro lado, el contraste *Modified variance ratio* (-1.41; p-value = 0.08) ofrece evidencia marginal, significativa únicamente al 10%, mientras que el *Modified Phillips-Perron* (-0.10; p-value = 0.46) no resulta significativo, por lo que bajo esta especificación no se puede rechazar la hipótesis de no cointegración.

En conjunto, la evidencia de la Tabla 16 indica que, aunque no todos los estadísticos son consistentes, la mayoría de ellos, y especialmente los más robustos, respaldan la existencia de cointegración en el Panel 3. Esto permite concluir que las variables mantienen relaciones de largo plazo, lo que justifica avanzar hacia la estimación del modelo MG.

VI.3.4. Análisis e interpretación de modelo de datos de panel bajo la perspectiva del MG

Al igual que en los casos anteriores, en el tercer panel se implementó la estimación con el modelo MG, con el propósito de obtener parámetros confiables en un contexto caracterizado por heterogeneidad estructural entre países.

Este enfoque metodológico asegura que los efectos de largo plazo identificados reflejen las dinámicas propias de cada economía y, posteriormente, se integren en un promedio consistente de coeficientes. La tabla correspondiente resume los resultados de las regresiones, permitiendo contrastar la magnitud y dirección de los efectos estimados con las hipótesis centrales de la investigación.

Tabla 17.
Modelo MG para las economías en desarrollo de APEC

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Coeficiente	Z	P- valor	Significancia
Gobierno (Gasto público en Educación (total))	0.077	3.04	0.00	✓
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.021	1.07	0.28	✗
Empresas (Solicitudes de Patentes (totales))	0.058	2.90	0.00	✓
Constante	0.022	3.85	0.00	✓

Nota: El error medio cuadrático (sigma) obtenido es de 0.03. Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

Los resultados del modelo MG aplicado al Panel 3, que agrupa a las economías en desarrollo, muestran relaciones diferenciadas entre las tres dimensiones de la Triple Hélice y el desarrollo industrial medido por el PIBpc.

El gobierno (gasto público en educación total) presenta un coeficiente de 0.077 con $Z=3.04$ y $p\text{-valor}=0.00$, confirmando que el gasto público en educación ejerce un efecto positivo y altamente significativo sobre el desarrollo industrial. En el caso de las economías en desarrollo, este resultado sugiere que la inversión estatal en capital humano es un factor decisivo para impulsar la productividad y la modernización industrial.

La academia (artículos en publicaciones científicas y técnicas) resulta particularmente peculiar en contraste con los modelos anteriores, puesto que su coeficiente de 0.021 con $Z=1.07$ y $p\text{-valor}=0.28$ no resulta estadísticamente significativo. Esto indica que, en el contexto de las economías en desarrollo, la producción académica en ciencia y tecnología aún no se traduce en impactos directos sobre el desarrollo industrial. La falta de significancia puede reflejar limitaciones en la capacidad de transferencia de conocimiento hacia el sector productivo o una menor articulación entre investigación y aplicación práctica, además de la disparidad en la producción científica respecto a las economías más avanzadas.

Las empresas (solicitudes de patentes totales) presentan un coeficiente de 0.058 con $Z=2.90$ y $p\text{-valor}=0.00$, lo cual muestra que la actividad empresarial innovadora contribuye

de manera significativa al desarrollo industrial. Aunque la magnitud del efecto es menor que la observada en el Panel 2, la evidencia confirma que la capacidad de generar patentes constituye un motor relevante para las economías en desarrollo, especialmente cuando se combina con políticas públicas de apoyo.

El valor positivo de la constante (0.022) con alta significancia ($p\text{-valor}=0.00$) sugiere la existencia de un componente estructural de crecimiento en el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial, la integración regional o la expansión de sectores industriales básicos. Asimismo, el error medio cuadrático de 0.03 indica un ajuste adecuado del modelo, con errores relativamente bajos en la predicción del PIBpc.

Es con base en lo anterior, que se puede deducir que los coeficientes estimados en el Panel 3 permiten evidenciar el impacto marginal de cada dimensión de la Triple Hélice sobre el PIBpc en las economías en desarrollo.

El coeficiente de 0.077 en la variable gobierno indica que, por cada incremento unitario en el gasto público en educación (como porcentaje del PIB), el PIBpc aumenta en 0.077 unidades, lo que confirma que la inversión estatal en capital humano es un factor decisivo para impulsar la productividad y la modernización industrial en este grupo de países.

En el caso de la academia, el coeficiente de 0.021 muestra que, por cada unidad adicional en la producción de artículos científicos y técnicos, el PIBpc se incrementaría en 0.021 unidades; sin embargo, al no ser estadísticamente significativo ($p\text{-valor}=0.28$), este resultado evidencia que la producción académica aún no logra traducirse en mejoras directas del ingreso promedio. Esto refleja limitaciones en la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y la necesidad de fortalecer los mecanismos de articulación entre investigación y aplicación práctica.

Por su parte, la variable empresas presenta un coeficiente de 0.058, lo que implica que cada unidad adicional en las solicitudes de patentes se asocia con un aumento de 0.058 unidades en el PIBpc. Este hallazgo confirma que la innovación empresarial constituye un motor relevante del desarrollo industrial en las economías en desarrollo, aunque con menor magnitud relativa que en las economías avanzadas.

Finalmente, la constante positiva de 0.022 sugiere que, incluso en ausencia de variaciones en las variables explicativas, existe un componente estructural de crecimiento en

el panel, posiblemente vinculado a factores comunes como la apertura comercial, la integración regional o la expansión de sectores industriales básicos.

Los resultados del Panel 3 muestran que el impacto sobre el PIBpc en las economías en desarrollo depende principalmente de la inversión pública en educación y de la actividad empresarial innovadora, mientras que la producción académica no presenta un efecto significativo. Esto evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de vinculación entre investigación y sector productivo, y confirma que la complementariedad entre gobierno y empresas constituye el núcleo del desarrollo industrial en este grupo de países, dinámica que el modelo MG logra capturar en presencia de heterogeneidad estructural entre economías.

VI.4. Resumen crítico y conclusiones del análisis de resultados

En este capítulo se presenta un andamiaje metodológico sólido para la estimación y discusión de resultados empíricos en el marco de la Triple Hélice aplicada al desarrollo industrial de las economías APEC. La secuencia analítica inicia con el diagnóstico de dependencia transversal, confirmando la existencia de correlaciones significativas entre las unidades del panel. Este hallazgo valida la pertinencia de utilizar estimadores robustos a la heterogeneidad y a la interdependencia, como el modelo MG, evitando sesgos en la inferencia.

Posteriormente, las pruebas de raíces unitarias evidencian que las series son no estacionarias en nivel, pero estacionarias en primera diferencia, lo que permite clasificarlas como integradas de orden uno ($I(1)$). Este resultado constituye un requisito indispensable para avanzar hacia pruebas de cointegración y garantiza que las estimaciones no incurran en regresiones espurias.

La aplicación de la prueba de cointegración de Pedroni confirma la existencia de relaciones de equilibrio de largo plazo entre las variables, aunque con evidencia mixta en algunas especificaciones, lo que respalda la validez de modelar dinámicas de largo plazo, justificando la estimación mediante el enfoque MG, que reconoce la heterogeneidad estructural entre países y evita imponer homogeneidad en los parámetros.

La estimación del modelo MG en el Panel 1 (20 economías) muestra efectos positivos y significativos de las tres dimensiones de la Triple Hélice sobre el PIBpc: el gasto público en educación y la innovación empresarial tienen impactos equivalentes, mientras que la producción académica también contribuye, aunque con menor magnitud relativa.

En el Panel 2 (economías más desarrolladas), la innovación empresarial emerge como el factor de mayor peso, seguida por la academia y el gobierno, reflejando la madurez institucional y la capacidad de transferencia tecnológica de estos países.

En contraste, el Panel 3 (economías en desarrollo) evidencia que el gasto público en educación y la actividad empresarial son los principales motores del PIBpc, mientras que la academia no presenta un efecto significativo, lo que revela limitaciones en la articulación entre investigación y sector productivo.

Lo anterior confirma que el desarrollo industrial en APEC se sustenta en la interacción de los tres pilares de la Triple Hélice, pero con jerarquías distintas según el nivel de desarrollo. Esta evidencia aporta credibilidad y rigor técnico a la investigación, consolidando la pertinencia del modelo MG y ofreciendo una hoja de ruta replicable para futuros estudios que busquen cuantificar dinámicas similares en contextos internacionales.

Un aspecto relevante que emerge de este capítulo es la coherencia metodológica entre los diagnósticos iniciales y la especificación final del modelo. La secuencia que parte de la prueba de dependencia transversal, continúa con la verificación de raíces unitarias y culmina con la cointegración, asegura que las estimaciones del modelo MG no sean producto de supuestos arbitrarios, sino de un proceso riguroso que valida cada paso. Este enfoque fortalece la credibilidad de los hallazgos y aporta un marco replicable para investigaciones futuras en contextos similares.

Asimismo, el capítulo pone de relieve la importancia de reconocer la heterogeneidad estructural entre las economías de APEC. El modelo MG, al permitir coeficientes diferenciados por país y luego promediar sus efectos, evita el sesgo de imponer homogeneidad en contextos donde las trayectorias de desarrollo industrial son dispares. Esta decisión metodológica no sólo es técnica, sino también teórica, pues refleja la diversidad institucional y productiva del bloque y la necesidad de interpretaciones que respeten esa pluralidad.

Otro aporte significativo es la manera en que los resultados se vinculan con las hipótesis centrales de la tesis. El capítulo no se limita a presentar coeficientes y significancias, sino que los interpreta en función de la dinámica de la Triple Hélice. De este modo, se logra conectar la evidencia empírica con el marco conceptual, mostrando cómo la interacción entre gobierno, academia y empresas se traduce en impactos diferenciados sobre

el PIBpc según el nivel de desarrollo de las economías. Esta articulación entre teoría y resultados empíricos refuerza la solidez del argumento central de la investigación.

Finalmente, el capítulo abre un espacio para reflexionar sobre las implicaciones de política pública derivadas de los hallazgos. En las economías avanzadas, la prioridad es potenciar la innovación empresarial y la transferencia académica; en las emergentes, fortalecer la educación y los mecanismos de articulación entre ciencia y sector productivo; y en el conjunto del bloque, promover la complementariedad de los tres pilares. Esta lectura estratégica convierte los resultados en insumos útiles para diseñar políticas diferenciadas, capaces de responder a las necesidades específicas de cada grupo de economías dentro de APEC.

Discusión de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC

Introducción al capítulo

El presente capítulo aborda la discusión y análisis comparativo de los resultados obtenidos en la estimación del modelo MG aplicado a las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), así como a los subconjuntos de economías más desarrolladas y en desarrollo. El propósito central es contrastar la magnitud, significancia y dirección de los efectos de la Triple Hélice sobre el desarrollo industrial medido a través del Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), destacando tanto los patrones comunes como las diferencias estructurales que emergen entre los paneles.

La estructura del capítulo se organiza en torno a un examen detallado de cada dimensión, seguido por la identificación de jerarquías de impacto y la interpretación de los componentes estructurales de crecimiento. Este enfoque permite no sólo validar la robustez de los hallazgos, sino también ofrecer una lectura crítica sobre los canales de transmisión y las causas plausibles que explican las variaciones observadas.

Asimismo, el capítulo enfatiza la importancia de reconocer la heterogeneidad institucional y productiva dentro de APEC, mostrando cómo las dinámicas de capital humano, producción científica e innovación empresarial se manifiestan de manera diferenciada según el nivel de desarrollo. Esta comparación aporta evidencia empírica para sustentar hipótesis sobre la trayectoria del desarrollo industrial y para derivar implicaciones de política pública adaptadas a cada contexto.

Finalmente, se presenta una discusión que contempla la presentación de coeficientes y significancias, convirtiéndose en una reflexión sobre el rol de la Triple Hélice en la

construcción de un desarrollo industrial inclusivo y sostenido. Lo anterior conlleva a que el capítulo ofrezca una síntesis integral que conecta la evidencia empírica con el marco teórico y con las recomendaciones prácticas, consolidando la pertinencia del modelo MG como herramienta para comprender la dinámica diferenciada del crecimiento en la región APEC.

VII.1. Análisis comparativo entre paneles

El análisis comparativo entre paneles constituye un paso clave para comprender cómo los determinantes del desarrollo industrial operan bajo distintos contextos de heterogeneidad estructural dentro de APEC.

La Tabla 18 sintetiza los resultados del modelo MG aplicados al conjunto total de veinte economías, al subconjunto de las más desarrolladas y al grupo de economías en desarrollo, permitiendo contrastar la magnitud, significancia y dirección de los efectos asociados a las tres dimensiones de la Triple Hélice: gobierno, academia y empresas.

Este contraste no sólo revela patrones comunes, como la relevancia transversal del gasto público en educación, sino también diferencias sustantivas en la capacidad de la producción académica y de la innovación empresarial para incidir en el PIBpc según el nivel de desarrollo. De este modo, la comparación entre paneles ofrece una visión integral que enriquece la interpretación de los resultados y aporta evidencia empírica para sustentar hipótesis sobre la dinámica diferenciada del desarrollo industrial en la región.

Los resultados presentados en la Tabla 18 muestran tres patrones nítidos:

Primero, el gasto público en educación es positivo y significativo en los tres paneles, con magnitudes muy cercanas: Panel 1=0.076, Panel 2=0.074 y Panel 3=0.077. Este hallazgo señala un efecto transversal del capital humano sobre el PIBpc, independientemente del estado de desarrollo.

Segundo, la producción académica (artículos científicos y técnicos) es significativa y con mayor impacto en las economías avanzadas (Panel 2=0.069) que en el conjunto total (Panel 1=0.039), mientras que no es significativa en las economías en desarrollo (Panel 3=0.021, $p=0.28$).

Tercero, la innovación empresarial medida por solicitudes de patentes es el factor más potente en el Panel 2 (0.107), sustantivo en el Panel 1 (0.076) y positivo pero menor en el Panel 3 (0.058). Las constantes difieren: más alta en Panel 3 (0.022), intermedia en Panel 1

(0.018) y menor en Panel 2 (0.013), sugiriendo distintos componentes estructurales de crecimiento.

Tabla 18.
Comparativa de estimaciones del modelo MG entre las veinte economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), las economías más desarrolladas y las economías en desarrollo

Desarrollo Industrial (PIBpc)/ Variable	Veinte economías (Panel 1)			Economías desarrolladas (Panel 2)			Economías en desarrollo (Panel 3)		
	Coeficiente	Z	p-valor	Coeficiente	Z	p-valor	Coeficiente	Z	p-valor
Gobierno (Gasto Público en Educación, total)	0.076	4.09	0.00	0.074	2.25	0.03	0.077	3.04	0.00
Academia (Artículos en Publicaciones Científicas y Técnicas)	0.039	3.89	0.00	0.069	2.77	0.01	0.021	1.07	0.28
Empresas (Solicitudes de Patentes, totales)	0.076	2.41	0.02	0.107	2.97	0.00	0.058	2.90	0.00
Constante	0.018	4.95	0.00	0.013	5.57	0.00	0.022	3.85	0.00

Fuente: Elaboración propia con base en el anexo estadístico (2025).

VII.2. Gobierno: magnitud similar, mecanismos distintos

El gasto público en educación, como proporción del PIB, presenta magnitudes prácticamente equivalentes y altamente significativas en Paneles 1 y 3, y ligeramente menos robusta en Panel 2.

En el Panel 1, el coeficiente de 0.076 implica que incrementos unitarios en la inversión educativa se traducen en mejoras consistentes del PIBpc, reflejando que el capital humano sostiene tanto la consolidación de capacidades básicas como la transición hacia sectores más complejos en el promedio APEC. Esta elasticidad promedio está sustentada por economías con necesidades distintas, pero con un denominador común: la educación eleva productividad y empleabilidad, y habilita adopción tecnológica.

En las economías más desarrolladas, el coeficiente de 0.074 con $p=0.03$ sugiere un efecto claro, aunque con menor robustez estadística relativa. En economías avanzadas, los sistemas educativos suelen estar consolidados, por lo que el retorno marginal de gasto adicional puede ser decreciente si no se orienta a habilidades de frontera, reconversión laboral y vinculación con ecosistemas de innovación. La menor robustez puede reflejar que parte del impacto del capital humano se canaliza a través de variables no incluidas o más cercanas a la empresa (Investigación más Desarrollo (I+D) privado, capital intangible), difuminando su efecto directo. No obstante, la significancia confirma que incluso en niveles altos de desarrollo, la educación sigue siendo un insumo crítico para sostener la competitividad.

En las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.077 con alta significancia sugiere retornos marginales elevados del gasto educativo. Esto es consistente con economías en fase de construcción de capacidades, en las que mejoras en cobertura, calidad básica, formación técnica y pertinencia curricular se traducen en ganancias rápidas de productividad.

En ese mismo sentido, la educación impulsa movilidad laboral, formalización y adopción de técnicas de producción más eficientes, y prepara el terreno para la transición sectorial hacia actividades de mayor valor agregado.

Lo anterior conlleva a deducir que, el gasto educativo funciona como palanca de modernización más inmediata que la producción científica formal, cuyo efecto requiere de sólidos puentes de transferencia.

VII.3. Academia: fuerte en avanzadas, moderada en el agregado, nula en desarrollo

La producción académica exhibe un gradiente definido: mayor impacto en economías avanzadas, moderado en el conjunto total y no significativo en economías en desarrollo. En el Panel 2, el coeficiente de 0.069 indica que la publicación científica y técnica se traduce en mejoras del PIBpc, lo cual es coherente con sistemas de ciencia consolidados y con densidad de vínculos universidad-empresa, oficinas de transferencia de tecnología, patentes

universitarias y cultura de emprendimiento científico. En este contexto, el conocimiento se transforma con menores rezagos en innovaciones y procesos productivos que elevan productividad total de factores y salarios, cerrando el circuito desde el artículo científico al impacto económico.

En el Panel 1, el coeficiente de 0.039, aunque significativo, es menor que en el Panel 2. El promedio APEC mezcla economías con gran capacidad de transferencia con otras donde la articulación es débil. La heterogeneidad diluye el efecto agregado: allí donde el ecosistema de innovación está maduro, el conocimiento impacta con fuerza; donde están en construcción, el impulso de la academia tarda más en materializarse. No obstante, se puede destacar que, en promedio, publicar ciencia y técnica aporta al PIBpc, aunque con menor intensidad que la empresa y el gasto educativo, reflejando la necesidad de fortalecer mecanismos de conexión y absorción.

Para las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.021 no significativo describe una brecha. Publicar no basta si la infraestructura de transferencia tecnológica, la demanda de innovación y las capacidades de absorción industrial son limitadas. La falta de impacto directo sugiere que los artículos no se traducen aún en procesos, productos o mejoras organizacionales que eleven el ingreso per cápita. Esto puede obedecer a calidad y pertinencia temáticas desalineadas con necesidades productivas, escasez de financiamiento competitivo, ausencia de intermediarios tecnológicos, debilidad en propiedad intelectual y limitada cultura de colaboración con la industria.

De manera general, se puede concluir que, sin puentes efectivos, el conocimiento queda aislado, y como es bien conocido por los investigadores, las investigaciones y sus lectores terminan siendo los mismos investigadores, quedando esto en sólo conocimiento que no trasciende.

VII.4. Empresas: motor principal en avanzadas, positivo en el conjunto, menor en desarrollo

La innovación empresarial, capturada por las solicitudes de patentes, es el determinante con mayor magnitud en el Panel 2 (0.107), es sustantiva en el Panel 1 (0.076) y mantiene un efecto positivo en el Panel 3 (0.058), aunque con menor intensidad. En economías avanzadas, la combinación de mercados de capital sofisticados, protección efectiva de propiedad intelectual, capacidades de diseño e ingeniería, y plataformas de escalamiento global facilita

que las patentes reflejen innovación comercializable con impactos directos en productividad y salarios. La empresa lidera la jerarquía de efectos, con academia y gobierno como soportes que elevan su eficiencia.

Para las veinte economías, el coeficiente de 0.076 muestra que, en el promedio del bloque, la actividad empresarial innovadora empuja el PIBpc con fuerza comparable al gasto educativo. Este equilibrio sugiere que, allí donde la empresa innova, el gobierno provee capital humano y la academia aporta conocimiento, la complementariedad se traduce en beneficios económicos tangibles. El resultado invita a pensar en políticas que no sólo incrementen la oferta de innovaciones, sino que mejoren su difusión y adopción sectorial, integrando cadenas de valor y estándares que permitan ganar escala.

Por otro lado, para las economías en desarrollo, el coeficiente de 0.058 confirma la relevancia de la innovación empresarial, aunque con menor potencia relativa. Es frecuente que la innovación sea incremental, de adaptación o no intensiva en patentes, y que existan brechas de financiamiento y aplicación de propiedad intelectual.

Aunado a lo anterior, las estructuras productivas con menor complejidad tecnológica pueden limitar el efecto de la patente sobre el PIBpc. A pesar de ello, el hallazgo sugiere que fortalecer la capacidad de generar, proteger y aprovechar innovaciones, incluso si son por vía de mecanismos alternativos como secreto industrial, estándares o diseños, resulta clave para elevar el ingreso per cápita y gestionar el desarrollo industrial.

VII.5. Jerarquía e interacción de los pilares por panel

La jerarquía de efectos ordena las prioridades estratégicas. Para las economías desarrolladas, el orden es el siguiente:

empresas > academia $\approx$ gobierno:

donde la empresa lidera, mientras que la academia y el gobierno sostienen su eficacia, apuntalando cadenas de valor intensivas en conocimiento y sectores de alta tecnología.

Mientras que, en las economías en desarrollo, el orden es el siguiente:

(gobierno > empresas) > academia

donde la academia es significativamente menor, la educación pública es la palanca principal, la empresa innova, pero en menor escala, y la academia necesita cerrar la brecha de transferencia.

No obstante, para las veinte economías el orden correspondiente es:

gobierno $\approx$ empresas $>$ academia

donde el promedio del bloque muestra que el capital humano y la capacidad de innovación aplicada sustentan el PIBpc, con la academia contribuyendo, pero con menor peso relativo por la heterogeneidad.

Esta jerarquía sugiere que la política óptima debe ser contingente al estado de desarrollo.

En economías avanzadas, maximizar retornos requiere combinar instrumentos que aceleren el escalamiento empresarial con agendas de investigación alineadas a retos sectoriales y capital humano de frontera.

En economías en desarrollo, el mayor retorno marginal está en educación y en mecanismos de innovación adaptativa de la empresa, mientras que la academia necesita una reforma de transferencia tecnológica y pertinencia para que sus resultados impacten el PIBpc.

VII.6. Constantes y componentes estructurales

Las constantes del modelo ofrecen una lectura complementaria.

Panel 3 (0.022) $>$ Panel 1 (0.018) $>$ Panel 2 (0.013)

lo cual sugiere que las economías en desarrollo presentan un componente estructural de crecimiento relativamente alto, posiblemente asociado a convergencia, urbanización, apertura comercial, demografía y expansión de sectores básicos.

En las economías desarrolladas el valor reducido de la constante sugiere que el crecimiento se explica principalmente por la incorporación y aprovechamiento directo de factores tangibles, como son la innovación, el capital humano y la tecnología, mientras que los impulsos estructurales generales de la economía tienen un peso menor en su dinámica.

Las veinte economías en conjunto, el valor intermedio refleja la mezcla de ambas realidades. Estas diferencias importan porque ayudan a explicar por qué, a igual variación en los pilares, el PIBpc puede responder de forma distinta según el entorno estructural de cada economía en particular.

VII.7. Robustez y heterogeneidad: por qué el MG es coherente con los hallazgos

El estimador MG permite que cada economía tenga sus propios parámetros y promedia los coeficientes, respetando la heterogeneidad. Esto es crucial para evitar sesgos por imposición

de homogeneidad cuando, en realidad, los mecanismos de transmisión difieren según capacidades de absorción, estructuras sectoriales, instituciones y grado de integración global.

El patrón de significancias y magnitudes (academia fuerte en Panel 2, no significativa en Panel 3; empresa dominante en Panel 2; educación robusta y estable en los tres) refuerza que el MG captura adecuadamente diferencias sistémicas. La variación en los estadísticos Z y p-valores sugiere que la dispersión intragrupal es mayor donde la estructura es menos homogénea (economías en desarrollo) y menor donde los sistemas están más maduros (economías desarrolladas).

VII.8. Causas plausibles y canales de transmisión

En el caso del gobierno, los canales incluyen mejora de calidad educativa, expansión de formación técnica, actualización curricular orientada a habilidades digitales, y políticas de transición escuela-trabajo. Estos canales son más inmediatos en economías en desarrollo, donde la brecha de calidad y cobertura es mayor, y más indirectos en economías avanzadas, donde el foco debe estar en recapitación, mejora de habilidad y educación continua.

En la academia, el impacto depende de la calidad de la investigación, su pertinencia sectorial, la existencia de oficinas de transferencia, licenciamiento, empresas derivadas y la articulación con cadenas de suministro. En economías avanzadas, estos canales están activos, mientras que, en las economías en desarrollo, tienden a ser fragmentarios y parciales.

En las empresas, los canales pasan por inversión en I+D, adopción tecnológica, capacidad de escalado, protección de propiedad intelectual y acceso a capital de riesgo, todo lo cual es más robusto en economías avanzadas y más incipiente en las en desarrollo.

VII 7.9. Contrastes de gobierno, academia y empresas en el desarrollo industrial

Al comparar el Gobierno entre paneles, la similitud de coeficientes evidencia que el capital humano es condición necesaria en todo el bloque, pero su retorno marginal y robustez difieren por el grado de madurez institucional. En las economías en desarrollo presenta alta significancia y sugiere efectos inmediatos.

En las economías desarrolladas, aunque significativo, muestra menor Z, probablemente por canales más indirectos y por la necesidad de orientar el gasto a habilidades de frontera para evitar rendimientos decrecientes. Mientras que las veinte economías confirman el efecto promedio estable del bloque.

Al contrastar la Academia, el salto de 0.039 en Panel 1 a 0.069 en Panel 2 indica que, donde los sistemas de transferencia funcionan, publicar tiene mayor repercusión económica. La no significancia en las economías en desarrollo, constituye el contraste más contundente: sin mecanismos que conviertan conocimiento en innovación utilizable, la academia no impacta en el PIBpc como si lo hace en las economías desarrolladas. Esta diferencia subraya la importancia de capacidades de absorción, regulación de propiedad intelectual, intermediación tecnológica y cultura de cooperación.

Por otra parte, en las Empresas, la jerarquía:

$$0.107 \text{ (Economías desarrolladas)} > 0.076 \text{ (Veinte economías)} > 0.058 \text{ (Economías en desarrollo)}$$

sintetiza la madurez de los ecosistemas de innovación. En economías avanzadas, la patente es *proxy* de innovación aplicada con impacto directo; en economías en desarrollo, la innovación puede ser menos patentable o de naturaleza incremental, y encuentra fricciones de financiamiento y protección de propiedad intelectual. En las veinte economías, como promedio, refleja el efecto medio, confirmando que la empresa es motor clave en APEC, pero con intensidades moduladas por el entorno.

VII.10. Rutas diferenciadas de política: estrategias educativas, científicas y empresariales para el desarrollo industrial en APEC

En las economías desarrolladas, las prioridades son el acelerar la innovación empresarial de frontera (tecnología avanzada, inteligencia artificial, biotecnología, energías limpias, entre otras), el fortalecer la protección y gestión internacional de propiedad intelectual, el ampliar los mercados de adopción temprana mediante compras públicas innovadoras, y el alinear agendas académicas con misiones sectoriales estratégicas. En educación, el foco debe estar en reconversión y habilidades avanzadas, evitando el estancamiento de retornos marginales.

En las economías en desarrollo, el énfasis debe colocarse en elevar la calidad educativa, pertinencia técnica, formación dual y puentes entre escuela e industria. En academia, es imprescindible profesionalizar la transferencia tecnológica, crear consorcios públicos y privados, mejorar incentivos de colaboración y fortalecer capacidades de absorción empresarial. En empresas, conviene promover innovación adaptativa, estándares, diseño y mecanismos alternativos de protección, además de mejorar la aplicación de propiedad intelectual y el acceso a financiamiento de riesgo.

Para las veinte economías, como promedio del bloque, las políticas deben centrarse en la complementariedad: capital humano que alimente la empresa innovadora y academia que produzca conocimiento transferible. La coordinación regional APEC puede facilitar la difusión de mejores prácticas, interoperabilidad de estándares, y cooperación científica e industrial, reduciendo la brecha entre economías.

VII.11. Consideraciones metodológicas y de medición

Es relevante recordar que las variables están medidas en escalas agregadas (porcentaje del PIB, publicaciones de artículos y solicitudes de patentes), para lo cual, el porcentaje de gasto educativo puede tener efectos distintos según el tamaño del PIBpc y la eficiencia del gasto.

Los artículos reflejan producción indexada, que puede subestimar investigación local o aplicada no indexada; aun así, el contraste de significancias entre paneles sugiere que no es sólo medición, sino estructura de transferencia.

Las patentes capturan innovación formal, pero existen innovaciones no patentables con impacto económico que podrían sesgar a la baja el efecto en las economías en desarrollo.

El MG, al promediar coeficientes individuales, mitiga sesgos de imposición de homogeneidad, pero no sustituye análisis micro sectoriales que expliquen variaciones internas de cada país.

VII.12. Posibles fuentes de sesgo

Las diferencias en calidad institucional, apertura comercial, estabilidad macro, demografía y estructura sectorial pueden influir en la relación entre variables y PIBpc.

Para las economías desarrolladas, la alta calidad institucional puede canalizar efectos de la academia y la empresa con mayor eficiencia, elevando así los coeficientes.

Por otra parte, en las economías en desarrollo, la volatilidad económica y las restricciones crediticias pueden amortiguar el impacto empresarial y anular el efecto académico.

Aunado a lo anterior, la endogeneidad potencial entre variables (por ejemplo, mayor PIBpc generando más demanda de educación, publicaciones y patentes) se aborda en la estrategia econométrica del capítulo, pero su persistencia residual podría matizar interpretaciones, especialmente en el corto plazo.

VII.13. De la evidencia al rumbo: contrastes de la Triple Hélice y estrategias de desarrollo industrial en APEC

En las veinte economías de APEC, el capital humano y la innovación empresarial sostienen el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc), mientras que la academia contribuye con menor intensidad por la heterogeneidad del bloque.

En las economías avanzadas, la empresa lidera, la academia impulsa y el gobierno habilita; la interacción es densa y eficiente, lo que explica coeficientes altos y significativos.

En las economías en desarrollo, la educación pública es la palanca central y la empresa aporta, pero la academia aún no se refleja de manera trascendental en el PIBpc, señalando con ello el cuello de botella en transferencia tecnológica y la absorción industrial.

Las constantes refuerzan que el crecimiento estructural es mayor en economías en desarrollo, mientras que en avanzadas depende más de insumos explícitos.

Es con base en todo lo planteado en este capítulo que se debe remarcar que, el diseño de política debe ser diferenciado. En las economías más desarrolladas, maximizar el impacto exige profundizar la innovación de frontera y acelerar transferencia académica, en las economías en desarrollo, el mayor retorno marginal está en educación y en construir puentes efectivos entre ciencia y empresa, junto con instrumentos de innovación adaptativa.

En el conjunto de las economías pertenecientes al APEC, la clave es la coordinación de los tres pilares:

- Gobierno que invierte en habilidades pertinentes.
- Academia que produce conocimiento transferible.
- Empresas que convierten ese conocimiento en valor económico.

Sólo así, se consolidará una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido del PIBpc en el bloque.

VII.14. Resumen crítico y conclusiones de la Triple Hélice en contraste: dinámicas diferenciadas del desarrollo industrial en las economías de APEC

En el conjunto de las veinte economías, el capital humano y la innovación empresarial muestran efectos equilibrados y significativos sobre el PIBpc, mientras que la academia contribuye con menor intensidad debido a la heterogeneidad estructural del bloque. Este hallazgo refleja que, en promedio, la complementariedad entre gobierno y empresas

constituye el núcleo del desarrollo industrial, con la academia desempeñando un papel secundario pero necesario para sostener la dinámica de innovación.

En las economías más desarrolladas, la empresa emerge como el motor principal del crecimiento, con un coeficiente superior al de los otros pilares, lo que evidencia la capacidad de transformar conocimiento en innovación aplicada y comercializable. La academia también presenta un efecto significativo, reforzando la idea de que la investigación científica y técnica se traduce en impactos económicos tangibles cuando existen mecanismos de transferencia consolidados. El gobierno, aunque con menor robustez estadística, sigue siendo un habilitador clave, especialmente en la formación de capital humano avanzado y en la creación de condiciones institucionales que potencian la innovación empresarial.

En contraste, las economías en desarrollo muestran una dinámica diferente: el gasto público en educación es la palanca central del desarrollo industrial, con retornos marginales elevados que reflejan la importancia de construir capacidades básicas y técnicas. La empresa también contribuye de manera significativa, aunque con menor magnitud que en las economías avanzadas, lo que sugiere que la innovación empresarial en estos contextos es más incremental y enfrenta limitaciones de financiamiento y protección de propiedad intelectual. La academia, en cambio, no presenta un efecto significativo, lo que revela un cuello de botella en la transferencia de conocimiento hacia el sector productivo y la necesidad de fortalecer los mecanismos de articulación entre investigación y empresa.

Finalmente, las constantes del modelo refuerzan que, en las economías en desarrollo, el crecimiento estructural es mayor y responde a factores como urbanización, apertura comercial y expansión de sectores básicos; en las avanzadas, depende más de insumos explícitos como innovación y capital humano; y en promedio para las veinte economías, se refleja una combinación de ambas realidades.

Con base en lo planteado a lo largo de este séptimo capítulo se considera que, la evidencia empírica sustenta la hipótesis de que el diseño de política debe ser diferenciado: en las economías avanzadas, profundizar en potenciar la innovación y acelerar la transferencia académica; en las economías en desarrollo, se debe invertir en educación y construir puentes efectivos entre ciencia y empresa; y en general, para todo APEC, se deben coordinar los tres pilares para consolidar una trayectoria de crecimiento inclusivo y sostenido.

Conclusiones generales

El análisis realizado en la presente investigación permite comprender con mayor profundidad la dinámica que subyace al desarrollo industrial en las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés), destacando el papel de la interacción entre gobierno, academia y empresas como eje articulador de la innovación y la competitividad. A lo largo del estudio se comprobó que la complementariedad de estos tres pilares constituye un determinante robusto del crecimiento industrial, aunque su impacto varía en función del nivel de madurez institucional y tecnológica de cada país. Esta heterogeneidad revela que el modelo de la Triple Hélice, si bien es un marco teórico válido y ampliamente reconocido, no opera de manera uniforme en todos los contextos, sino que su efectividad depende de las condiciones estructurales y culturales propias de cada economía.

En ese mismo sentido, los hallazgos empíricos confirman la hipótesis central y aportan evidencia diferenciada que permite matizar la relación entre los actores. Mientras que en las economías avanzadas la innovación empresarial emerge como el motor principal, en las economías en desarrollo la inversión pública en educación y la capacidad de absorción tecnológica de las empresas resultan más decisivas, quedando la academia rezagada en su impacto directo. Estas diferencias no sólo reflejan brechas tecnológicas, sino también institucionales y culturales, lo que subraya la necesidad de diseñar políticas adaptadas a cada nivel de desarrollo y evitar enfoques homogéneos que puedan profundizar las desigualdades.

Es con base en lo anterior que, las presentes conclusiones generales tienen por objetivo sintetizar los principales aportes teóricos y empíricos de la investigación, al tiempo que se ofrecen recomendaciones concretas para fortalecer la interacción entre los tres pilares en distintos escenarios de desarrollo. El propósito es que estas reflexiones sirvan como guía para la formulación de políticas públicas, estrategias académicas y prácticas empresariales que, en conjunto, permitan consolidar un modelo de crecimiento industrial inclusivo, sostenible y resiliente en el marco de APEC y frente a los desafíos globales de la economía contemporánea.

Es trascendental resaltar que la presente investigación tuvo como propósito analizar la relación entre el gobierno, la academia y las empresas en el desarrollo industrial de las economías de APEC, utilizando pruebas de cointegración en paneles diferenciados por nivel

de desarrollo, así como el estimador MG. El objetivo central fue comprobar si la interacción de estos tres pilares constituye un determinante robusto del desarrollo industrial, y si su impacto varía según el grado de madurez institucional y tecnológica de cada economía.

Los resultados empíricos confirman la hipótesis planteada: el desarrollo industrial se sustenta en la complementariedad de los tres actores, aunque la magnitud y significancia de sus efectos difieren entre paneles. En las economías más desarrolladas (Panel 2), la innovación empresarial medida por las solicitudes de patentes es el factor más determinante, mientras que en las economías en desarrollo (Panel 3) el gasto público en educación y la actividad empresarial emergen como los pilares más sólidos, quedando la academia rezagada en su capacidad de impacto directo. En el Panel 1, que agrupa veinte economías, se observa un equilibrio más claro entre los tres factores, con efectos significativos y complementarios.

Dichos hallazgos se alinean con lo postulado por Vázquez (2007), en la teoría del desarrollo endógeno, quien subraya el papel del capital humano y la innovación como motores internos del crecimiento, y con la perspectiva de los sistemas nacionales de innovación planteada por Lundvall (2007), que enfatizan la interacción institucional como condición para transformar conocimiento en productividad. Asimismo, la evidencia respalda el modelo de la Triple Hélice propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (2000), al mostrar que el desarrollo industrial depende de la articulación entre gobierno, universidad y empresa, aunque con intensidades distintas según el nivel de desarrollo.

Respecto al análisis de los paneles, el Panel 1 (20 economías) confirma la complementariedad de los tres pilares. El gasto público en educación y la producción académica tienen efectos significativos y similares (coeficientes de 0.08), mientras que las patentes empresariales muestran un efecto positivo, aunque menor (0.04). Esto sugiere que, en un conjunto amplio y heterogéneo de economías, el equilibrio entre inversión estatal, generación de conocimiento y actividad empresarial innovadora es clave para sostener el desarrollo industrial.

El Panel 2 (economías más desarrolladas), sugiere que la innovación empresarial es el motor principal (coeficiente de 0.11), superando al gasto público en educación (0.07) y a la producción académica (0.07). Esto refleja que, en contextos avanzados, con instituciones consolidadas y sistemas educativos maduros, la capacidad de transformar conocimiento en

aplicaciones productivas mediante patentes es el factor decisivo para mantener la competitividad industrial.

Por otro lado, el Panel 3 (economías en desarrollo), permite observar que el gasto público en educación (0.08) y las patentes empresariales (0.06) son significativos, mientras que la producción académica no muestra impacto directo (0.02; $p=0.28$). Esto evidencia que en las economías en desarrollo la investigación científica aún no logra vincularse de manera efectiva con el sector productivo, lo que limita su contribución al desarrollo industrial.

En ese mismo sentido, este hallazgo también revela una dimensión crítica: la brecha no sólo es tecnológica, sino también cultural e institucional. En muchos países en desarrollo, la academia sigue orientada a la publicación como fin en sí mismo, mientras que las empresas carecen de incentivos para absorber conocimiento externo. La ausencia de intermediarios tecnológicos y de políticas de transferencia activa genera un círculo vicioso en el que la investigación permanece encapsulada y la industria opera con innovaciones incrementales, sin lograr converger hacia la gestión tecnológica y la transferencia y aplicación del conocimiento.

Con base en lo anterior se puede atender la pregunta central: ¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”, para lo cual, basándose en la evidencia teórica, empírica y econométrica desarrollada en los capítulos III, IV, VI y VII, es posible evidenciar que la causación vinculatoria de la Triple Hélice ha tenido un impacto positivo, significativo y estadísticamente robusto en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC durante el periodo 1993-2024, aunque dicho impacto no ha sido homogéneo ni lineal entre países.

Los resultados confirman que la interacción entre gobierno, academia y empresas constituye un mecanismo estructural de impulso al desarrollo industrial, pero su efectividad depende de las condiciones institucionales, del nivel de desarrollo y del grado de madurez de los sistemas nacionales de innovación.

Desde una perspectiva agregada, la estimación mediante el modelo Mean Group (MG, *por sus siglas en inglés*), muestra la existencia de una relación de largo plazo entre los tres pilares de la Triple Hélice y el desempeño industrial, lo que valida la hipótesis central de la investigación. Sin embargo, el análisis desagregado por paneles revela que la magnitud,

jerarquía y canales de transmisión de esta relación difieren sustancialmente entre economías avanzadas y economías en desarrollo. En consecuencia, el impacto de la Triple Hélice no debe entenderse como un efecto mecánico, sino como un proceso de causación acumulativa condicionado por trayectorias históricas, capacidades productivas y concordancias institucionales específicas.

En consecuencia, se puede dar respuesta a las preguntas específicas:

- “¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: Los resultados evidencian que la injerencia gubernamental ha sido un factor relevante y persistente en el desarrollo industrial de las economías de APEC, aunque con mecanismos diferenciados.

En el conjunto total de países, el gasto público en educación, utilizado como *proxy* de la acción estatal, presenta un efecto positivo y significativo, lo que sugiere que el Estado ha desempeñado un papel habilitador al fortalecer el capital humano y crear condiciones básicas para la industrialización.

No obstante, el análisis comparativo indica que, en las economías más desarrolladas, la acción gubernamental opera principalmente como un catalizador indirecto, orientado a la regulación, la coordinación y el diseño de marcos institucionales estables, mientras que en las economías en desarrollo su papel es más directo y compensatorio, supliendo carencias estructurales del sistema productivo y científico. Esto confirma que la intervención estatal no pierde relevancia con el desarrollo, pero sí transforma su naturaleza y sus instrumentos.

- “¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: La evidencia empírica muestra que la importancia de la academia en el desarrollo industrial de las economías de APEC ha sido claramente asimétrica.

En las economías avanzadas, la producción científica y técnica se asocia de manera positiva y significativa con el desempeño industrial, lo que refleja la existencia de sistemas consolidados de transferencia de conocimiento, vínculos entre universidad y empresa funcionales, y una orientación de la investigación hacia la innovación aplicada.

En contraste, en las economías en desarrollo la variable académica no resulta estadísticamente significativa, lo que no implica irrelevancia del conocimiento, sino más bien la presencia de fallas estructurales en los mecanismos de vinculación, absorción tecnológica y traducción del conocimiento en resultados productivos, este fenómeno es algo ya conocido entre investigadores, principalmente latinoamericanos, donde uno de los problemas más comentados, es el desaprovechamiento de la producción científica, es decir, si se produce desde la academia, pero los únicos lectores son los mismos investigadores del ramo que se interesan por, regularmente, producir en temáticas convergentes, no obstante, dichas investigaciones no trascienden a una aplicación práctica que genere impactos de desarrollo.

Con base en los resultados teóricos y empírico obtenidos para esta pregunta, se refuerza la idea de que la academia, por sí sola, no genera desarrollo industrial si no existe un entorno institucional y empresarial capaz de incorporar y transformar dicho conocimiento en innovación.

- “¿Cómo han impactado las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?”: Los resultados confirman que las empresas han sido el componente más dinámico y determinante de la Triple Hélice en el desarrollo industrial de APEC, particularmente en las economías más desarrolladas.

La actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, muestra el mayor coeficiente y significancia estadística, lo que evidencia que la innovación endógena, la capacidad tecnológica y la apropiación del conocimiento son los principales motores del crecimiento industrial en contextos avanzados.

En las economías en desarrollo, aunque el efecto empresarial es de menor magnitud, sigue siendo positivo y relevante, lo que indica que el fortalecimiento del sector productivo y de su capacidad innovadora es una condición necesaria, aunque no suficiente, para avanzar en el proceso de industrialización.

De manera general, se puede concluir de las respuestas a las preguntas de investigación que, los hallazgos sugieren que la Triple Hélice ha impactado de manera efectiva el desarrollo industrial de las economías de APEC entre 1993 y 2024, pero lo ha

hecho a través de rutas diferenciadas. Mientras que en las economías avanzadas predomina una dinámica impulsada por las empresas, con un Estado facilitador y una academia altamente integrada al sistema productivo, en las economías en desarrollo el proceso descansa en mayor medida en la acción gubernamental y en la construcción gradual de capacidades empresariales, con una academia aun débilmente articulada.

Dicha evidencia, respalda la necesidad de diseñar e implementar políticas industriales y de innovación diferenciadas, ajustadas al nivel de desarrollo y a las capacidades institucionales de cada economía. Al mismo tiempo, confirma el carácter contextual y no universalista del modelo de la Triple Hélice, en concordancia con lo señalado por Leydesdorff (2012). Si bien este autor reconoce la posibilidad de ampliar el modelo hacia una N-tuple Hélice, advierte que lo más viable es mantener la base inicial de la Triple Hélice, dado que ya resulta complejo lograr la convergencia efectiva de los actores bajo esquemas “innovadores”, más allá de las modalidades “laissez-faire” o “estatistas”.

En este marco, la incorporación de actores adicionales plantea retos significativos. Por ejemplo, aunque es deseable incluir a la sociedad civil, en muchas economías que aún operan bajo modelos predominantemente estatistas resulta difícil otorgarle un papel activo y con capacidad de decisión equivalente al de los otros pilares. La situación se complica aún más cuando se busca integrar dimensiones como el medio ambiente u otros actores que, por su naturaleza, no pueden participar directamente en los procesos de innovación.

No obstante, es indispensable que estos elementos sean considerados de manera transversal en toda política o proyecto que se implemente. Aunque su participación no sea activa en la dinámica de la innovación, deben estar presentes como factores estratégicos que garanticen la sostenibilidad y la pertinencia social de las iniciativas implementadas, a priori si se pretende gestionar un desarrollo industrial, local o regional.

Continuando con el análisis del cumplimiento de la investigación, y en atención a los objetivos planteados al inicio de la investigación, los resultados obtenidos permiten evidenciar que los mismos fueron alcanzados de manera satisfactoria, tanto en el plano teórico como en el empírico y econométrico, proporcionando evidencia sólida sobre el papel que desempeña la Triple Hélice en el desarrollo industrial de las economías de APEC durante el periodo 1993-2024.

En primer término, el objetivo general, orientado a determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC, fue atendido mediante un enfoque metodológico integral que combinó la revisión teórica de los modelos de Hélice con un análisis econométrico de datos de panel no estacionarios. La aplicación del estimador MG permitió identificar relaciones de largo plazo entre los componentes del modelo, gobierno, academia y empresas, y el desarrollo industrial, capturando la heterogeneidad estructural entre economías. Los resultados confirman la existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre la interacción de los actores de la Triple Hélice y el desempeño industrial, validando empíricamente que la vinculación institucional constituye un mecanismo relevante de impulso al desarrollo industrial en el conjunto de las economías de APEC, aunque con efectos diferenciados según el nivel de desarrollo.

En lo que respecta al primer objetivo específico, relativo a estimar la injerencia gubernamental en el desarrollo industrial, este fue atendido a través del análisis del gasto público en educación como variable representativa de la acción estatal. Los resultados econométricos muestran que la intervención gubernamental ha tenido un impacto positivo y significativo en el desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo analizado. No obstante, el análisis comparativo por paneles evidencia que dicho impacto adopta formas distintas: en las economías más desarrolladas, el gobierno actúa principalmente como facilitador institucional y regulador del entorno de innovación, mientras que en las economías en desarrollo su papel es más activo y compensatorio, orientado a la formación de capital humano y a la corrección de fallas estructurales del sistema productivo. De este modo, el objetivo se cumple al demostrar no solo la relevancia del gobierno, sino también la naturaleza diferenciada de su injerencia en el desarrollo industrial.

El segundo objetivo específico, enfocado en evaluar la importancia de la academia como componente de la Triple Hélice, fue atendido mediante el uso de indicadores de producción científica y técnica como aproximación a la generación de conocimiento. Los resultados revelan que la academia desempeña un papel significativo en el desarrollo industrial de las economías más avanzadas de APEC, donde existen mecanismos consolidados de transferencia tecnológica y una mayor articulación entre universidad y empresa. En contraste, en las economías en desarrollo, la contribución directa de la academia

resulta estadísticamente débil o no significativa, lo que pone de manifiesto limitaciones estructurales en la vinculación del conocimiento con el aparato productivo. Con ello, el objetivo se cumple al evidenciar que la importancia de la academia no es homogénea, sino condicionada por el grado de madurez institucional y por la capacidad de absorción tecnológica de cada economía.

Finalmente, el tercer objetivo específico, orientado a deducir el impacto de las empresas en el desarrollo industrial, fue atendido a partir del análisis de las solicitudes de patentes como indicador de actividad innovadora empresarial. Los resultados muestran que el sector empresarial constituye el motor central del desarrollo industrial en las economías más desarrolladas de APEC, donde la innovación endógena y la apropiación del conocimiento se traducen en mayores niveles de desempeño industrial. En las economías en desarrollo, si bien el impacto empresarial es de menor magnitud, este sigue siendo positivo y significativo, lo que confirma que la actividad productiva y la capacidad innovadora de las empresas son elementos indispensables para el proceso de industrialización. Así, el objetivo se cumple al demostrar empíricamente que las empresas ocupan una posición jerárquica central dentro de la Triple Hélice, aunque su efectividad depende del entorno institucional y del grado de articulación con el gobierno y la academia.

El cumplimiento de los objetivos de la investigación permite concluir que la Triple Hélice constituye un marco analítico válido y empíricamente verificable para explicar el desarrollo industrial en las economías de APEC, siempre que se reconozca su carácter contextual y heterogéneo. La investigación demuestra que no existe una única trayectoria de desarrollo industrial, sino múltiples configuraciones de interacción entre gobierno, academia y empresas, lo que refuerza la necesidad de diseñar políticas públicas y estrategias de innovación diferenciadas, acordes con las capacidades y restricciones de cada economía.

Con base en los análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, se logra contrastar de manera clara y consistente las hipótesis planteadas, a partir de la evidencia empírica generada mediante el análisis econométrico de datos de panel y del enfoque comparativo entre economías de distinto nivel de desarrollo dentro del foro APEC.

En primer lugar, la hipótesis general, que sostiene que en las economías de APEC la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el

proceso de desarrollo industrial durante el periodo 1993-2024, se acepta. Los resultados del modelo MG confirman la existencia de una relación de largo plazo entre los componentes de la Triple Hélice y el desarrollo industrial; sin embargo, dicha relación no es homogénea entre países. El análisis por paneles evidencia que la magnitud, significancia y jerarquía de los efectos varían sustancialmente entre economías más desarrolladas y economías en desarrollo, lo que demuestra que la causación vinculatoria de la Triple Hélice opera bajo lógicas estructurales diferenciadas. Este hallazgo valida empíricamente el carácter contextual del modelo y confirma que su impacto depende del grado de madurez institucional, productiva y científica de cada economía.

En lo que respecta a la primera hipótesis específica, relativa a que el gobierno ha tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial de las economías de APEC, los resultados permiten aceptarla. La estimación econométrica muestra que la variable gubernamental presenta un efecto positivo y significativo en el conjunto de economías; no obstante, el análisis comparativo revela que su papel difiere según el nivel de desarrollo. En las economías más desarrolladas, la acción gubernamental se manifiesta principalmente como un mecanismo indirecto de coordinación, regulación y provisión de marcos institucionales estables, mientras que en las economías en desarrollo su intervención es más directa y compensatoria, orientada a la formación de capital humano y a la corrección de fallas estructurales. Esta evidencia confirma que la injerencia gubernamental no solo es relevante, sino también diferenciada en términos de intensidad y función.

En relación con la segunda hipótesis específica, que plantea que la academia ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial de las economías de APEC, los resultados conducen igualmente a su aceptación. La producción científica y técnica muestra un impacto positivo y estadísticamente significativo en las economías más desarrolladas, donde existen sistemas consolidados de transferencia tecnológica y una estrecha articulación entre universidad y empresa, mientras que, por otro lado, en las economías en desarrollo la variable académica no presenta significancia estadística, lo que refleja limitaciones en la capacidad de absorción tecnológica y en los mecanismos de vinculación entre conocimiento y producción. Este resultado confirma que la contribución de la academia al desarrollo industrial está condicionada por el entorno institucional y por la existencia de canales efectivos de transferencia, validando su carácter diferenciado dentro del bloque APEC.

Finalmente, la tercera hipótesis específica, que sostiene que las empresas han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial de las economías de APEC, se acepta de manera contundente. La actividad empresarial, medida a través de las solicitudes de patentes, emerge como el factor con mayor peso explicativo en las economías más desarrolladas, donde la innovación endógena constituye el principal motor del desarrollo industrial. En las economías en desarrollo, aunque el impacto empresarial es de menor magnitud, este sigue siendo positivo y significativo, lo que indica que el sector productivo desempeña un papel central en el proceso de industrialización, aun cuando enfrenta restricciones estructurales. La evidencia confirma, por tanto, que el papel de las empresas es jerárquicamente distinto entre grupos de economías, reforzando la hipótesis de diferenciación.

La contrastación entre todas las hipótesis permite concluir que la Triple Hélice no opera como un esquema uniforme dentro de APEC, sino como un modelo de interacción adaptativo, cuya efectividad depende de la configuración institucional, científica y productiva de cada economía. La aceptación de todas las hipótesis planteadas fortalece la validez empírica de la investigación y respalda la necesidad de diseñar políticas de desarrollo industrial e innovación diferenciadas, coherentes con las condiciones estructurales de los países que integran el foro APEC.

Recapitulando, se puede considerar que la investigación aporta evidencia robusta sobre la necesidad de diferenciar las estrategias de política industrial según el nivel de desarrollo económico. Mientras que en las economías avanzadas la prioridad debe ser fortalecer la innovación empresarial y la capacidad de generar patentes, en las economías en desarrollo resulta crucial consolidar la inversión pública en educación y crear mecanismos efectivos de transferencia de conocimiento desde la academia hacia el sector productivo.

Este hallazgo tiene implicaciones directas para el diseño de políticas públicas en APEC y para la teoría económica aplicada. Se demuestra que el modelo de la Triple Hélice no opera de manera uniforme en todos los contextos, sino que su efectividad depende de la madurez institucional y tecnológica de cada economía.

En ese mismo sentido, la investigación aporta un marco comparativo que permite entender la dinámica diferenciada del desarrollo industrial en APEC. Mientras que las economías avanzadas requieren políticas de sofisticación y escalamiento, las emergentes necesitan construir capacidades básicas y mecanismos de articulación. Esta diferenciación es

clave para evitar políticas homogéneas que, lejos de potenciar el desarrollo, podrían profundizar las brechas entre países.

Por otra parte, más allá de la validación empírica, la investigación abre un espacio para reflexionar sobre la sostenibilidad del modelo de crecimiento. La evidencia sugiere que, sin coordinación efectiva entre los tres pilares, los avances pueden ser lentos y desiguales.

Haciendo un enfoque hacia la utilidad de los modelos de Triple Hélice, las compilaciones de los resultados obtenidos a lo largo del presente estudio permiten evidenciar que, a pesar de los debates teóricos y de la evolución conceptual en los estudios sobre innovación y desarrollo, estos modelos continúan siendo una herramienta analítica vigente y útil para explicar los procesos de desarrollo industrial, particularmente cuando se analizan desde una perspectiva empírica y comparada.

La evidencia econométrica demuestra que la interacción entre gobierno, academia y empresas mantiene una relación significativa con el desempeño industrial de las economías de APEC; sin embargo, dicha relación no es uniforme ni automática, sino profundamente condicionada por el nivel de desarrollo, la estructura productiva y la calidad institucional de cada país. En este sentido, aunque modelos más avanzados (como la Cuádruple y la Quintuple Hélice) amplían el marco analítico al incorporar a la sociedad civil y al entorno natural, los resultados de esta tesis muestran que la Triple Hélice sigue siendo un punto de partida sólido para comprender la dinámica básica de la vinculación institucional, siempre que se reconozcan sus límites y se utilice de manera contextualizada.

La importancia y trascendencia de la presente tesis se sustentan, de manera central, en el desarrollo y aplicación de un modelo econométrico que permite medir empíricamente la vinculación de la Triple Hélice y su impacto en el desarrollo industrial en un contexto internacional heterogéneo. A diferencia de enfoques predominantemente descriptivos, el modelo de datos de panel empleado, con estimadores que capturan heterogeneidad y relaciones de largo plazo, ofrece una herramienta robusta para identificar la causación vinculatoria entre gobierno, academia y empresas, así como para distinguir efectos diferenciados según el nivel de desarrollo de las economías.

La aproximación metodológica presentada otorga trascendencia al estudio al demostrar que la Triple Hélice puede ser operacionalizada y contrastada empíricamente, superando su uso meramente normativo o conceptual. Asimismo, el modelo econométrico

presenta un alto potencial de replicabilidad, en la medida en que su estructura puede adaptarse a otros periodos, bloques económicos, países o escalas regionales, incorporando variables *proxy* acordes con la disponibilidad de información y las características institucionales de cada contexto. En este sentido, la replicabilidad del modelo no reside en la reproducción mecánica de los resultados, sino en la posibilidad de utilizar el enfoque econométrico propuesto como una base analítica para evaluar la efectividad de la vinculación institucional y su contribución al desarrollo industrial en distintos entornos económicos y territoriales.

Uno de los principales aportes de la investigación consiste en evidenciar de manera econométrica que el verdadero desafío no radica en la obsolescencia del modelo, sino en la debilidad de los mecanismos de vinculación entre sus componentes. Los resultados muestran que, en muchas economías, especialmente en aquellas en desarrollo, los puentes de interacción entre gobierno, academia y empresas son frágiles, discontinuos o meramente formales.

Mejorar la vinculación implica, por tanto, fortalecer los canales de transferencia de conocimiento, alinear los incentivos institucionales y promover esquemas de cooperación que trasciendan la lógica de proyectos aislados. En este contexto, la investigación abre un campo de oportunidad para propuestas orientadas a mejorar dichos puentes, mediante políticas que fomenten la creación colaborativa de conocimiento, la innovación aplicada y la participación activa del sector productivo en la definición de agendas científicas y tecnológicas.

En este marco, es importante subrayar que la aportación más relevante de la tesis no reside únicamente en la discusión conceptual de la Triple Hélice, sino en la medición empírica de la vinculación entre sus componentes y su impacto en el desarrollo industrial. A diferencia de una parte significativa de la literatura, que aborda la Triple Hélice desde un enfoque descriptivo o normativo, el estudio propone una operacionalización cuantitativa del modelo, permitiendo identificar relaciones de largo plazo y contrastar empíricamente la hipótesis de la causación vinculatoria. Esta contribución metodológica constituye un avance sustantivo, ya que proporciona evidencia verificable sobre cómo y en qué medida la vinculación institucional incide en el desarrollo industrial.

Asimismo, la investigación permite problematizar una de las principales limitaciones del enfoque tradicional de la Triple Hélice: su escasa referencia explícita al desarrollo

regional. Si bien el modelo enfatiza la interacción entre actores, no profundiza de manera puntual en las asimetrías territoriales ni en las dinámicas subnacionales que condicionan el desarrollo industrial. Los resultados muestran que estas omisiones no son menores, ya que las capacidades de vinculación, innovación y absorción tecnológica varían significativamente entre regiones dentro de un mismo país. Esta constatación sugiere que el modelo de Triple Hélice requiere ser complementado con enfoques de desarrollo regional que incorporen la dimensión territorial, la heterogeneidad espacial y el papel de los gobiernos nacionales y locales como actores estratégicos del proceso de industrialización.

Desde una perspectiva comparada, y retomando lo anteriormente mencionado en este apartado, los hallazgos permiten proponer lineamientos diferenciados de política de desarrollo regional. En las economías más desarrolladas de APEC, donde las empresas lideran la dinámica innovadora y la academia se encuentra altamente integrada al sistema productivo, las políticas deberían centrarse en fortalecer ecosistemas regionales de innovación, impulsar clústeres tecnológicos y promover la especialización inteligente a escala regional. En contraste, en las economías en desarrollo, las políticas deben priorizar la construcción de capacidades básicas, el fortalecimiento de las universidades públicas como nodos regionales de conocimiento y una intervención estatal más activa que articule esfuerzos dispersos y reduzca las brechas territoriales.

En el caso específico de México, los resultados de la investigación sugieren la necesidad de replantear la política de desarrollo industrial y regional desde una lógica explícita de Triple Hélice. Una propuesta concreta consiste en fortalecer los gobiernos estatales como articuladores de la vinculación entre universidades locales, centros de investigación y sectores productivos estratégicos, particularmente en regiones con rezagos estructurales. Esto implica diseñar políticas de innovación regional diferenciadas, alineadas con las vocaciones productivas territoriales, puentes efectivos que faciliten la convergencia entre los tres actores, así como crear incentivos claros para que las empresas participen activamente en proyectos de investigación aplicada. Asimismo, se requiere una mayor coherencia entre la política industrial nacional y las estrategias de desarrollo regional, de modo que la Triple Hélice no opere únicamente a nivel federal, sino que se materialice en espacios locales permitiendo que el desarrollo industrial realmente se gestione y se experimente.

Esta investigación no solo confirma la vigencia del modelo de Triple Hélice como marco analítico para el estudio del desarrollo industrial, sino que aporta evidencia empírica sobre sus alcances y limitaciones, subrayando que su efectividad depende de manera crítica de la calidad de la vinculación entre actores, del contexto institucional en el que dicha interacción se inserta y de la incorporación explícita de la dimensión regional como espacio donde el desarrollo se materializa. A partir de estos hallazgos, es posible delinear una serie de orientaciones de política pública y de acción institucional que, sin pretender constituir un modelo único, contribuyen a fortalecer la funcionalidad de la Triple Hélice en el conjunto de las economías de APEC.

En el ámbito gubernamental, los resultados sugieren la necesidad de mantener y, en su caso, ampliar la inversión pública en educación, particularmente en las economías en desarrollo, donde el capital humano emerge como el principal motor del proceso de industrialización y como una antesala para la absorción tecnológica. Asimismo, se vuelve indispensable diseñar políticas explícitas de vinculación entre universidad y empresa que trasciendan en esquemas formales o de corto plazo y que permitan transformar la producción académica en innovación aplicada con impacto productivo.

En las economías más avanzadas, donde la capacidad empresarial se encuentra más desarrollada, las políticas públicas deberían priorizar instrumentos fiscales, regulatorios y financieros orientados a fortalecer la generación de patentes, la escalabilidad de las innovaciones y la consolidación de ventajas competitivas de alcance global, sin descuidar el papel coordinador del Gobierno, pero sí dando una participación más equiparada entre actores, en la búsqueda de alcanzar un modelo de convergencia “innovador” hablando en términos de la Triple Hélice.

Desde la perspectiva de la academia, la evidencia empírica indica que su contribución al desarrollo industrial es altamente dependiente del entorno institucional y del grado de articulación con el sector productivo. En las economías en desarrollo, resulta fundamental orientar una parte sustantiva de la investigación hacia necesidades productivas concretas, fortalecer las oficinas de transferencia tecnológica y promover una mayor interacción con las empresas locales y regionales. Mientras que, por su parte, en las economías avanzadas el reto consiste en consolidar la investigación interdisciplinaria, ampliar la colaboración científica internacional y mantener la posición en la frontera tecnológica, al tiempo que se incentivan

proyectos de investigación aplicada y publicaciones conjuntas con el sector productivo que generen impactos directos en la industria.

En cuanto a las empresas, los resultados confirman su papel central dentro de la Triple Hélice, particularmente en las economías más desarrolladas, donde la innovación endógena constituye el principal motor del desarrollo industrial. En estos contextos, se recomienda aprovechar el entorno institucional favorable para escalar innovaciones, diversificar mercados y consolidar estrategias de propiedad intelectual. En las economías en desarrollo, por su parte, se vuelve prioritario fortalecer la capacidad de absorción tecnológica, invertir en actividades de investigación y desarrollo y establecer alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación, de modo que la innovación no dependa exclusivamente de la importación de tecnología. En todos los casos, fomentar una cultura organizacional orientada a la innovación y a la protección del conocimiento resulta clave para sostener el crecimiento industrial en el largo plazo, y con el mismo, gestionar el desarrollo industrial.

A nivel del bloque APEC, la investigación sugiere la conveniencia de avanzar hacia mecanismos más estructurados de cooperación regional que permitan transferir buenas prácticas de innovación desde las economías más avanzadas hacia aquellas en desarrollo. Esto incluye el diseño de programas regionales de formación de capital humano, esquemas de financiamiento a proyectos de innovación conjunta y el establecimiento de indicadores comparables que midan de manera sistemática la efectividad de la interacción entre gobierno, academia y empresas en cada economía. Dichas iniciativas no solo contribuirían a reducir brechas estructurales, sino que fortalecerían la cohesión y competitividad del bloque en su conjunto, no dejando de lado la importancia de adaptar las iniciativas a las particularidades de cada economía.

Desde una perspectiva más amplia, como se ha mencionado anteriormente, los resultados de la investigación confirman que el desarrollo industrial en APEC depende de la interacción entre los actores de la Triple Hélice, pero también revelan que la efectividad de esta interacción varía significativamente según el nivel de desarrollo, la estructura productiva y las capacidades institucionales. Esta constatación invita a repensar las políticas de innovación, educación y desarrollo industrial desde un enfoque diferenciado, reconociendo que no existe un modelo universal aplicable de manera homogénea a todas las economías.

En términos teóricos, la tesis contribuye a enriquecer la literatura sobre sistemas de innovación y estrategias de desarrollo local, regional e institucional, al demostrar empíricamente que la Triple Hélice opera de forma heterogénea en contextos internacionales y que su análisis requiere incorporar explícitamente la dimensión territorial. En términos metodológicos, abre líneas de investigación futuras orientadas a profundizar en la medición de la vinculación a escala regional o local, así como a explorar la incorporación de modelos más complejos, como la Cuádruple Hélice, mediante enfoques econométricos comparativos. En términos prácticos, ofrece insumos relevantes para el diseño de políticas públicas y estrategias institucionales que busquen fortalecer la capacidad innovadora e industrial de las economías de APEC en un entorno global cada vez más competitivo.

Finalmente, la investigación invita a concebir la dimensión regional como un espacio de aprendizaje colectivo y de experimentación institucional. APEC, al integrar economías con distintos grados de desarrollo, se configura como un laboratorio natural para observar cómo políticas diferenciadas pueden converger en objetivos comunes de crecimiento, innovación y bienestar. La cooperación en capital humano, innovación y transferencia tecnológica no solo fortalece a cada economía de manera individual, sino que contribuye a consolidar la competitividad del bloque frente a los desafíos estructurales de la industria del siglo XXI.

Bibliografía

- Aali, A., & Venegas, F. (2016). Technological innovation and economic growth in Latin America. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 11(2), 77–89.
- Adelman, I. (2008). Y sus implicaciones de política. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XIV(1), 361–366.
- Aghion, P., & Akcigit, U. (2015). *Innovation and Growth: The Schumpeterian perspective*. COEURE. 1-37.
- Afzal, M., Mansur, D., Siddiqui, S., & Gope, J. (2018). A panel investigation of the Triple Helix (TH), Quadruple Helix (QH) relationship in ASEAN-5 economies. *Journal of Innovation Economics & Management*, n° 27(3), 97–122. <https://doi.org/10.3917/jie.027.0097>
- Afzal, M., Mansur, D., & Sulong, R. (2017). An empirical investigation of Triple Helix and national innovation system dynamics in ASEAN-5 economies. *Asian Journal of Innovation and Policy*, 6, 313–331. <https://doi.org/10.7545/ajip.2017.6.3.313>
- Agnew, J. (2021). Immanuel Wallerstein, the “modern world-system,” and radical human geography. *Human Geography (United Kingdom)*, 14(1), 17–30. <https://doi.org/10.1177/1942778620974056>
- Alburquerque, F. (2004). El enfoque del desarrollo económico local. In *Desarrollo Económico Local y Empleabilidad* (Vol. 1). https://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/1251776298.area_enfoque_del.pdf
- Alburquerque, F. (2007). *Artículos y ensayos / Debates sobre el Desarrollo Local Teoría y práctica del enfoque del desarrollo local*. 39–61.
- Allgaier, J. (2018). *Silicon Valley Bio-objects View project*. <https://www.researchgate.net/publication/330738334>
- Alvarado, M. (2024). *¿Qué es la 4T y en qué consiste?* SITUAM. <https://situamos.com/educa/que-es-la-4t-y-en-que-consiste/>
- Amador, E., Tejeida, R., & Coria, A. (2023). Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México. *Revista de El Colegio de San Luis*, XIII(24), 5–34.

- Aparicio, A. (2013). Historia económica mundial 1870-1950. *Economía Informa*, 382(10), 99–115.
<http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/382/06aparicio.pdf>
- Aranguren, M., Magro, E., Navarro, M., & Valdaliso, J. (2010). *Estrategias de especialización inteligente: Una vía para el impulso de la competitividad territorial. Economía Industrial* (Vol. 14, Issue 1). Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Aranguren, M., Magro, E., & Wilson, J. (2017). Regional competitiveness policy evaluation as a transformative process: From theory to practice. *Environment and Planning C: Politics and Space*, 35(4), 703–720. <https://doi.org/10.1177/0263774X16662469>
- Araya, G., Li, F., & Torres, J. (2021). La Quinta Hélice Sistémica [QHS] para la innovación y el desarrollo [I+D] en América Latina. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, 81(81), 77–103. <https://ojs.icap.ac.cr/index.php/RCAP/article/view/378>
- Arcos, O. (2008). Teorías y enfoques del desarrollo. *Escuela Superior De Administración Pública Oscar Arcos Palma*, 1, 1–164. <http://esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/5-Teorias-y-Enfoques-del-Desarrollo.pdf>
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- Arias, J., & Zuluaga, C. (2014). Financiación y ejecución de las actividades de investigación y desarrollo en Latinoamérica. *Hallazgos*, 11(22), 311–328. <https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2014.0022.16>
- Arrow, K. J. (1962). The economic learning implications of by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155–173. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2021, September). *Member economies*. Recuperado el 13 de octubre de 2022 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/member-economies>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2022a). *Países que conforman el foro APEC*. Recuperado el 13 de octubre de 2022 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/member-economies>
- Asia- Pacific Economic Cooperation. (2022b, March). *History*. Recuperado el 25 de junio de 2023 de <https://www.apec.org/about-us/about-apec/history>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2023a). *About APEC*. Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2023b). Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de *Achievements and Benefits*. <https://www.apec.org/About-Us/About-APEC/Achievements-and-Benefits>

Asia- Pacific Economic Cooperation. (2024). *2024 APEC Leaders' Machu Picchu declaration*. Recuperado el 14 de diciembre de 2024 de <https://www.apec.org/meeting-papers/leaders-declarations/2024/2024-apec-leaders%27-machu-picchu-declaration>

Asia-Pacific Economic Cooperation. (2014). *25 years of progress in the Asia-Pacific*. 25. Recuperado el 6 de septiembre de 2024 de https://www.apec.org/press/features/2014/1029_anniversary

Baltagi, B. H. (2008). *Econometrics*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-76516-5>

Banco Mundial. (2024a). *Artículos en publicaciones científicas y técnicas*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>

Banco Mundial. (2024b). *Calificación de políticas e instituciones para la sostenibilidad ambiental de la CPIA*. 2024. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IQ.CPA.ENVR.XQ>

Banco Mundial. (2024c). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

Banco Mundial. (2024d). *Gasto público en educación, total (% del PIB)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS>

Banco Mundial. (2024e). *INB per cápita (US\$ constantes del año 2015)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicator/NY.GNP.PCAP.KD>

Banco Mundial. (2024f). *Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

Banco Mundial. (2024g). *PIB per cápita (dólares estadounidenses constantes de 2015)*. Glosario de Metadatos. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/sustainable-development-goals->

%28sdgs%29/series/NY.GDP.PCAP.KD

Banco Mundial. (2024h). *PIB per cápita (US\$ a precios constantes de 2015)*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.KD>

Banco Mundial. (2024i). *Solicitudes de patentes no residentes*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.NRES>

Banco Mundial. (2024j). *Solicitudes de patentes residentes*. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD>

Banco Mundial, Hamadeh, N., Van, C. R., & Metreau, E. (2023). *Clasificación de los países elaborada por el Grupo Banco Mundial según los niveles de ingreso para el año fiscal 24 (1 de julio de 2023- 30 de junio de 2024)*. 30 de Junio de 2023. Recuperado el 4 de febrero de 2025 de <https://blogs.worldbank.org/es/opendata/clasificacion-de-los-paises-elaborada-por-el-grupo-banco-mundial-segun-los-niveles-de-ingreso>

Bárcena, M. (2025). Ojalá vivas tiempos interesantes. *Foreign Affairs Lat.*, 25(1), 8–17. <https://revistafal.com/fal-25-1/>

Bares, L. L. (2018). Helice Portinnova : a case study of a Quadruple Helix model. *Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, 1–10.

Barro, R. J. (1990). *Government spending in a simple model of endogeneous growth*. *Journal of Political Economy*, 98, 103–125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1086/261726>

Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)

Boisier, S. (1970). Industrializacion, urbanizacion, polarizacion: hacia un enfoque unificado. - *Revista De Estudios Urbano Regionales*, 2(5). <https://doi.org/10.7764/833>

Boisier, S. (2004). Desarrollo territorial y descentralización. El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *Revista EURE*, XXX(90), 27–40. https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/agora/files/1245798293.boisier__de_scentralizacion_0.pdf

Brundenius, C., Göransson, B., & Ågren, J. (2008). The role of academic institutions in the national innovation systems of the BRICS countries. *Research Policy*, 37, 1537–1546.

Cai, Y. (2014). Implementing the Triple Helix model in a non-Western context: an institutional logics perspective. *Triple Helix*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40604->

- Cai, Y., & Lattu, A. (2022). Triple Helix or Quadruple Helix: Which model of innovation to choose for empirical studies? *Minerva*, 60(2), 257–280. <https://doi.org/10.1007/s11024-021-09453-6>
- Castells, M. (2010). The rise of the network society (2da ed.). Wiley-Blackwell Publishing, 597.
- Castillo, L., Lavín, J., & Pedraza, N. (2015). La gestión de la triple hélice: fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno. *Multiciencias*, 14(4).
- CEPAL. (2016). Productividad y brechas estructurales en México. *UN CEPAL*, 11(1), 1–14. <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0A>
- Chandran, V., Sundram, V., & Santhidran, S. (2014). Innovation systems in Malaysia: a perspective of university—industry R&D collaboration. *AI & SOCIETY*, 29(3), 435–444. <https://doi.org/10.1007/s00146-013-0468-9>
- Chang, H. G. (2010). *El modelo de la Triple Hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y la empresas*. 1(1), 85–94.
- Chenery, H. (1955). Development policy in underdeveloped countries. The role of industrialization in development program. *The American Economic Review*, 45(2), 40–67.
- Chudik, A., & Pesaran, M. H. (2015). Common correlated effects estimation of heterogeneous dynamic panel data models with weakly exogenous regressors. *Journal of Econometrics*, 188(2), 393–420. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.03.007>
- Chung, C. J. (2014). An analysis of the status of the Triple Helix and university—industry—government relationships in Asia. *Scientometrics*, 99(1), 139–149. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1100-y>
- Clarivate. (2025). *Web of Science*. <https://mjl.clarivate.com/search-results>
- Coase, R. (1960). El problema del costo social. *The Journal of Law and Economics*, 3(1), 1.
- Coase, R. (1994). *La naturaleza de la empresa* (pp. 33–49). <https://tucontribuyes.com/wp-content/uploads/2021/02/Coase-La-naturaleza-de-la-empresa.pdf>
- Corral, L. C. A. (2012). *Retos de las ciencias administrativas desde las economías*

- emergentes: Evolución de sociedades.
https://www.acacia.org.mx/busqueda/pdf/06_PF337_Triple_Helice.pdf
- Correa, J., Ledesma, J., & Peñaherrera, F. (2019). Importancia de la innovación y creatividad en el desarrollo de productos. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 3(22), 31–37. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss22.2019pp31-37>
- Cóser, I., Brandão, M., Raposo, N., & Gonçalves, E. (2018). Determinantes das patentes em ciências da vida e da saúde nas universidades federais de Minas Gerais, Brasil: uma análise de dados em painel para o período 1995-2016. *Cadernos de Saúde Pública*, 34(6), 1–14. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00097517>
- González, T. (2009). El modelo de triple hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: Un análisis crítico. In *Arbor* (Vol. 185, Issue 738, pp. 739–755). <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Delfin, O., Navarro, C., & Cervantes, S. (2023). Productividad de la rama de alimentos y bebidas en las economías del APEC, 1998-2016: un estudio a través de datos panel. *México y La Cuenca Del Pacífico*, 12(35), 79–109. <https://doi.org/10.32870/mycp.v12i35.815>
- Departamento de Estado de los Estados Unidos. (2024). *Estados Unidos difunde resultados de APEC 2024*. <https://www.state.gov/translations/spanish/estados-unidos-difunde-resultados-de-apec-2024>
- Díaz, H., & Morales, M. (2023). Transferencia tecnológica e innovación sectorial en México. *Análisis Económico*, 38(98), 69–92. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2023v38n98/Diaz>
- Egorov, N. (2022). The relationship between innovative development and the quality of life of the countries of the Asia-Pacific region and the subjects of the far east. *Problemy Dalnego Vostoka*, 5, 47. <https://doi.org/10.31857/S013128120022348-3>
- Egorov, N., Babkin, A., Kovrov, G., & Muraveva, S. (2015). Comparative assessment of innovative activity of region's economy actors on the basis of the Triple Helix model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.172>
- Egorov, N., & Pospelova, T. (2024). Triple and Quadruple Helix econometric models for

- solving applied problems of innovative economies of countries. In *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 846, pp. 195–207). https://doi.org/10.1007/978-3-031-49390-4_14
- Egorov, N., Pospelova, T., Yarygina, A., & Klochkova, E. (2019). The assessment of innovation development in the Arctic regions of Russia based on the Triple Helix model. *Resources*, 8(2), 72. <https://doi.org/10.3390/resources8020072>
- Elsevier. (2025). *Scopus*. <https://www.scopus.com/pages/preview>
- Engen, E., Gale, W., Scholz, J., Bernheim, B., & Slemrod, J. (1994). Do saving incentives work? *Brookings Papers on Economic Activity*, 1994(1), 85. <https://doi.org/10.2307/2534631>
- Estrada Reyes, J. N. (2015). Análisis de la gestión de proyectos a nivel mundial. *Palermo Business Review*, 12, 61. https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr12/BusinessReview12_02.pdf
- Etzkowitz, H. (2002). La triple hélice: universidad, industria y gobierno. Implicaciones para las políticas y la evaluación. *Sister*, 2002(11), 17. www.sister.nu
- 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., & Leydesdorff, L. (1995). A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*, 14(1), 14–19. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085
- Etzkowitz, H., & 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)
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., & Terra, B. (2000). The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm. *Research Policy*, 29(2), 313–330. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00069-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00069-4)
- Fernández, R. (2025). *Trump 2.0: un riesgo de huracán categoría 5*. 25, 2–7.
- FitzGerald, V. (1998). CEPAL - La CEPAL y la teoría de la industrialización. *Revista CEPAL N° Número Extraordinario*, 47–61. <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/revista/noticias/articuloCEPAL/9/19229/P19229.xml&xsl=/revi>

sta/tpl/p39f.xsl&base=/revista/tpl/top-bottom.xsl

Flores, G. (2024). *La elección de Sheinbaum: cómo llegamos y hacia dónde vamos*. 24, 2–9.

Flores, J. (2018). *Los 100 años de la industrialización en México*. Recuperado el 14 de marzo de 2022 de <https://www.forbes.com.mx/los-100-anos-de-la-industrializacion-en-mexico/>

Fondo Monetario Internacional. (2023). *Composición por países de los grupos del informe de perspectivas de la economía mundial*. Recuperado el 25 de septiembre de 2024 de <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April/groups-and-aggregates>

Franco, M., & Rodríguez, G. (2020). Una incursión al modelo Triple Hélice, visto desde la Universidad Metropolitana del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 204–211. <https://doi.org/10.62452/ryw2tj86>

Frankel, M. (1962). The production function in allocation and growth: A synthesis. *American Economic Review*, 52(5), 995–1022.

Gereffi, G. (1989). Repensando la teoría del desarrollo: Experiencia del Este de Asia y América Latina. *El Colegio de México, A. C.*, XXX(1), 36–65. <https://forointernacional.colmex.mx/index.php/fi/article/download/1168/1158>

Gobierno de México. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo Gobierno de México 2025-2030*. 6. Recuperado el 17 de julio de 2022 de https://planeandojuntos.gob.mx/backoffice/media/explore/1/file/pnd-completo-2025-2030_pdf_677bd77e8a41c

Gobierno de México. (2025). *Plan México. Estrategia de desarrollo económico equitativo y sustentable para la prosperidad compartida. Primer borrador*. Recuperado el 27 de septiembre de 2025 de <https://www.planmexico.gob.mx/>

Gómez, J., Mira, I., Verdú, A., & Sancho, J. (2006). Las Spin-off académicas como vía de transferencia tecnológica. *Revista Economía Industrial*, 366(Ei), 61–72. <https://www.mintur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/366/61.pdf>

González, A., Lavín, J., & Pedraza, N. (2020). El papel de los actores de la cuádruple hélice en el emprendimiento tecnológico de Tamaulipas. *Paradigma Económico*, 12(2), 93–124. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=431564346005>

- González, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor*, CLXXXV(738), 739–755. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Gordillo, G. de A. (2014). Estado, mercado, comunidad: Ostrom, la controversial. *Revista Mexicana de Sociología*, 76(8), 227–256. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v76nspe/v76nspea9.pdf>
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2012). The development of an entrepreneurial university. *The Journal of Technology Transfer*, 37(1), 43–74. <https://doi.org/10.1007/s10961-010-9171-x>
- Guimón, J., & Salazar, J. (2020). *Innovación y desarrollo económico : Perspectivas teóricas y debates contemporáneos*. 1–16. https://www.researchgate.net/publication/343127568_Innovacion_y_desarrollo_economico_Perspectivas_teoricas_y_debates_contemporaneos
- Gutiérrez, A., Mungaray, A., & Osorio, 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>
- Gutiérrez, L., & Flores, J. (2019). Factors which stimulate innovation activity in Latin America: a VECM approach. *Economía, Sociedad y Territorio*, 19(61), 373–403. <https://doi.org/10.22136/est20191366>
- Hart, O., & Holmström, B. (2008). The theory of contracts. In *Advances in Economic Theory*. <https://doi.org/10.1017/ccol0521340446.003>
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251. <https://doi.org/10.2307/1913827>
- Hernández, J. (2013). *Análisis crítico sobre el desarrollo institucional*. 23–51. [https://translate.google.com/?hl=es&sl=es&tl=en&text=El desarrollo institucional se refiere a los cambios y mejoras en las instituciones de una sociedad con el objetivo de promover un crecimiento económico%2C social y político sostenible. Las institucione](https://translate.google.com/?hl=es&sl=es&tl=en&text=El%20desarrollo%20institucional%20se%20refiere%20a%20los%20cambios%20y%20mejoras%20en%20las%20instituciones%20de%20una%20sociedad%20con%20el%20objetivo%20de%20promover%20un%20crecimiento%20económico%20social%20y%20político%20sostenible%20Las%20instituciones)
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (McGraw-Hill (ed.); 6th ed.). <https://drive.google.com/file/d/1Fjufmi0oGY4Zs8EajFiAJYNT2qoeCH4k/view>
- Hill, T. (1976). A system of international comparisons of gross product and purchasing

- power. *The Canadian Journal of Economics*, 86(341), 161–164.
<https://doi.org/10.2307/134536>
- Holmstrom, B. (1979). Moral Hazard and Observability. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 74. <https://doi.org/10.2307/3003320>
- Holmstrom, B. (1982). Moral Hazard in Teams. *The Bell Journal of Economics*, 13(2), 324.
<https://doi.org/10.2307/3003457>
- Holmstrom, B. (2016). *The firm as a subeconomy author (s): Bengt Holmstrom Source: journal of law , economics , & organization*. 15(1), 74–102.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115(1), 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- Jiménez, D., & Sanz, R. (2012). Efectos de la estrategia de innovación en el éxito de los nuevos productos: el papel moderador del entorno. *Revista Europea de Dirección y Economía de La Empresa*, 21(4), 323–332. <https://doi.org/10.1016/j.redee.2012.07.005>
- Jovanović, M., Savić, G., Cai, Y., & Levi, M. (2022). Towards a Triple Helix based efficiency index of innovation systems. *Scientometrics*, 127(5), 2577–2609.
<https://doi.org/10.1007/s11192-022-04304-x>
- Khusniyah. (2020). *Implementación del modelo de Penta Hélice como basa de desarrollo del potencial turístico en el distrito de Kediri*.
<https://conference.kahuripan.ac.id/index.php/SNapan/article/view/42>
- Klein, S. B., & 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>
- Kniivilä, M. (2004). *Industrial development and economic growth: Implications for poverty reduction and income inequality*. 3(1), 295–332.
https://www.researchgate.net/publication/283074250_Industrial_development_and_economic_growth_Implications_for_poverty_reduction_and_income_inequality
- Kostina, E. A., & Kostin, A. V. (2024). Mutual influence of a smart city and the high-tech sector of the economy. *Regional Research of Russia*, 14(1), 50–60.
<https://doi.org/10.1134/S2079970523600385>

- Krugman, P. (1991). *Geography and trade* (Cambridge (ed.)). Cambridge: MIT Press.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2018). Estimating dynamic panel data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1), 31–52. <https://doi.org/10.15446/rce.v41n1.61885>
- Laines, C., Silva, I., & Guajardo, L. (2022). El modelo triple hélice en el contexto de la Industria 4.0. *Vinculatégica*, 7(1), 171–182. <https://doi.org/10.29105/vtga7.1-93>
- Lawton, H., & Leydesdorff, L. (2022). Have Quadruple and Quintuple Helices emerged? Metaphors, project titles, and empirical research. *Triple Helix*, 9(2), 174–183. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10033>
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- 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), 25–35. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0049-4>
- Leydesdorff, L., & Su, Y. (2009). National and international dimensions of the Triple Helix in Japan. *University-Industry-Government versus International Coauthorship Relations*, 60(4), 778–788. <https://arxiv.org/pdf/0911.1055>
- Leyton, C., Cortínez, V., Fernández, I., & Fernández, J. (2017). Desafíos institucionales para la articulación de políticas públicas. In *Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural* (Vol. 229). <https://rimisp.org/wp-content/uploads/2020/02/1516370794DT229DesafiosInstitucionalesparalaArticulaciondePPPP.pdf>
- López, J. (2021). *La innovación como ventaja competitiva para las universidades públicas gestionada a través de parques de innovación*. [http://faceam.uas.edu.mx/doctorado-en-gestion-de-las-organizaciones/Tesis/TESIS DE JOSE RAMON.pdf](http://faceam.uas.edu.mx/doctorado-en-gestion-de-las-organizaciones/Tesis/TESIS%20DE%20JOSE%20RAMON.pdf)
- Lu, Z. (2023). 14 The triple helix model in the heterogeneous transitional Chinese economy: A comparative analysis of Zhejiang and Yunnan provinces. In *Private Sector Development in an Emerging World* (pp. 231–258). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111071251-015>
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary*

- Economics*, 22(February), 3–42.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393288901687>
- Luengo, M., & Obeso, M. (2013). El efecto de la triple hélice en los resultados de innovación. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 53, 388–399.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155127925006>
- Luna, N. (2022). El desarrollo económico y la desigualdad en trece economías de América Latina. *UNAM-AMECIDER*, VI, 261–274. <https://doi.org/978-607-8632-30-5>
- Lundvall, B. A., & Johnson, B. (1994). *The learning economy. Journal of industry studies*.
- Lundvall, B.-Å. (2007). National innovation systems — Analytical concept and development tool. *Industry and Innovation*, 14(1), 95–119.
<https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
- Mabrouki, M. (2023). Patent, education, human capital, and economic growth in Scandinavian countries: A dynamic panel CS-ARDL analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 3028–3043. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-01001-1>
- Macías, A., Merchand, M., Sevilla, Y., Castañeda, C., Tapia, E., Chávez, S., Gómez, C., & Anaya, A. (2015). La agroindustria del aguacate en el sur de Jalisco. In *AMECIDER. AMECIDER-UNAM*. <https://doi.org/10.32870/9786077421689>
- MacKinlay, C., & Lo, A. (1989). *The size and power of the variance ratio test in*. 40, 203–238.
- Magro, E., & Wilson, J. R. (2013). Complex innovation policy systems: Towards an evaluation mix. *Research Policy*, 42(9), 1647–1656.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.06.005>
- 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.
- Masso, J., Roolah, T., & Varblane, U. (2013). Foreign direct investment and innovation in Estonia. *Baltic Journal of Management*, 8(2), 231–248.
<https://doi.org/10.1108/17465261311310036>
- Ministerio de Ciencia y Tecnología de China. (2021). *Made in China 2025*.
<https://www.most.gov.cn>
- Montero, R. G. (2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación. *Documentos de*

Trabajo En Economía Aplicada.

- Moreno, G., Marín, R., & González, J. (2021). *Industrialización , la economía y el desarrollo humano en México . Un panorama desde su incorporación a APEC (1993-2021)*. <https://ru.iiec.unam.mx/6534/1/06-084-Moreno-Marín-González.pdf>
- Moscoso, J., Gómez, P., & Mujica, J. (2024). El impacto de las políticas de APEC en la titularidad de la propiedad y la inversión privada en el sector industrial en Perú. *Política Internacional*, 136, 71–91. <https://doi.org/10.61249/pi.vi136.164>
- Múnera, D., Trujillo, E., & Vélez, G. (2008). Redes triple hélice para la productividad y la competitividad en Medellín–Antioquia: el caso del sector salud y las articulaciones universidad-sector productivo-gobierno. *Informe de Investigación. Red de Investigación Continental de Economía Del Conocimiento*, 74. http://revista-redes.rediris.es/webredes/novedades/redes_triple_helice.pdf
- Muñoz, A. (2002). ¿Qué es APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation)? <http://www.inm.gob.mx/index.php/page/ABTC>
- Narváez, G. (2011). *Diseño de un modelo de gestión de la propiedad intelectual para centros de investigación públicos del sector florícola mexicano*. ININEE-UMSNH.
- Navarro Chávez, J. C. L. (2014). Epistemología y metodología. In *Grupo editorial Patria* (Primera). Grupo Editorial Patria. <https://idoc.pub/documents/epistemologia-y-metodologia-jose-cesar-lenin-navarro-chavez-on23q1yv90l0>
- Newey, W., & West, K. (1987). A simple, positive semi-definite, heteroskedasticity and autocorrelation consistent covariance matrix. *Econometrica*, 55(3), 703. <https://doi.org/10.2307/1913610>
- Nickell, S. (1981). Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica*, 49(6), 1417. <https://doi.org/10.2307/1911408>
- Ninh, T. (2023). *Nuevo impulso a la cooperación por un futuro resiliente y sostenible*. <https://special.nhandan.vn/apec2023-ctn-es/index.html>
- North, D. (1981). *Structure and change in economic history*. W.W. Norton & Company. <https://doi.org/10.4236/tel.2018.811130>
- North, D. (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. (1st ed.). Fondo de cultura económica. <https://storage.e.jimdo.com/file/d2205ed9-ae8d-468f-922b-6a9503ca3fad/Douglas+Nort+Instituciones.pdf>

- North, D. (1994). *La nueva economía institucional y el desarrollo*. 142, 31.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_KR5DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=economía+institucional&ots=e7Ki0N0KWf&sig=vAWDE_r1eOVqUiKuKQRhHQMZILI#v=onepage&q=economía+institucional&f=false
- Oakerson, R., & Ostrom, V. (1988). The political theory of a compound republic: designing the American experiment. *CrossRef Listing of Deleted DOIs*, 18(3), 203.
<https://doi.org/10.2307/3330284>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL. In *Publicación de las Naciones Unidas*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Orozco, D. (2019). Pentahélice: programa estratégico nacional de tecnología e innovación abierta (PENTA). *Sesión IV. La Innovación En El Marco de Los Programas de Transformación Productiva*, 1–13. <https://www.comecso.com/wp-content/uploads/2019/09/pentahelice-programa-estrategico.pdf>
- Osorio, J. (2015). El sistema-mundo de Wallerstein y su transformación. Una lectura crítica. *Argumentos*, 28(77), 131–154.
- Ostrom, E. (1990). Governing the Commons. *Governing the Commons*.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511807763>
- Ostrom, E. (2005). Understanding institutional diversity Princeton University press. In *New Jersey*.
- Padial, M., Pinzón, S., Navarro, B., San Juan, P., Ruiz, J., & Espinosa, J. M. (2019). Implantación efectiva de la Cuádruple Hélice basada en el modelo de innovación en envejecimiento activo. *Gaceta Sanitaria*, 33(5), 491–494.
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.08.003>
- Padmore, T., & Gibson, H. (1998). Local and regional systems of innovation. In J. de La Mothe & G. Paquet (Eds.), *Economics of science, Technology and innovation* (Vol. 14, Issue 1). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5551-3>
- Palacios, C. (2020). *Evaluación del impacto universidad-empresa en el crecimiento y*

- fortalecimiento del sector empresarial y sector educativo* [Universidad Autónoma de Baja California]. <https://hdl.handle.net/20.500.12930/8782>
- Park, H., Hong, H., & 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), 3–27. <https://doi.org/10.1007/s11192-005-0257-4>
- Park, H. W., & Leydesdorff, L. (2010). Longitudinal trends in networks of university–industry–government relations in South Korea: The role of programmatic incentives. *Research Policy*, 39(5), 640–649. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.02.009>
- Park, H. W., & Stek, P. (2022). Measuring Helix interactions in the context of economic development and public policies: From Triple to Quadruple and N-Tuple Helix vs. N-Tuple and Quadruple Helix to triads. *Triple Helix*, 9(1), 43–53. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10026>
- Pastor, J. (2012, February 14). *Ecosistemas innovadores en Innovación y creatividad*. Ecosistemas innovadores en Innovación y creatividad
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *OXFORD Bulletin of Economics and Statistics, Special issue*, 653–670. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: Asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the ppp hypothesis. *Econometric Theory*, 20(03), 597–625. <https://doi.org/10.1017/S0266466604203073>
- Peña Cedillo, J. (2003). La innovación como un fenómeno evolutivo: implicaciones para la economía y las políticas públicas asociadas. *INCI*, 8(6). <https://doi.org/0378-1844>
- Pérez, J. (2013). *La industrialización en el mundo y la globalización*. <https://vaventura.com/wp-content/uploads/2014/07/M1032013-Deslocalizacion.jpg>
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *SSRN Electronic Journal*, 1229. <https://doi.org/10.2139/ssrn.572504>
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in heterogeneous spatial panels with a multifactor error structure. *Journal of Econometrics*, 229(1), 55–79. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2021.05.003>
- Pesaran, M. H., & Smith, R. (1995). *Econometrics Estimating long-run relationships from*

- dynamic heterogeneous panels* (Vol. 68). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. (1999). Pooled Mean Group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621–634. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2670182>
- Ponce, I. E., & Guemes, D. (2008). Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte. *XVII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC*, 1–14. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.13048/1483>
- Ponce, I., & Guemes, D. (2017). Factores clave en la vinculación de la triple hélice: matriz del estado del arte. *XVII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica-ALTEC*, 1–14. https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_130.pdf
- Ponce, I., & Güemes, D. (2016). Identification of key factors of academia in the process of linking in the triple helix of innovation model in Mexico, a state of the art matrix TT - Identificación de factores clave de la academia en el proceso de vinculación del modelo de la triple hél. *Nova Scientia*, 8(16), 246–277. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052016000100246&lang=en%0Ahttp://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v8n16/2007-0705-ns-8-16-00246.pdf
- Porter, M. (1985). *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance* (Free Press (ed.)). Free Press.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Free Press*. https://economie.ens.psl.eu/IMG/pdf/porter_1990_-_the_competitive_advantage_of_nations.pdf
- Porter, M., & Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economics Perspectives*, 9(4), 97–118. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Posen, A. (2025). *El verdadero peligro de los planes económicos de Trump*. 25, 33–39.
- Proaño, H. A. (2024). Innovación y crecimiento económico en países en vías de desarrollo entre 2019-2023: Revisión sistemática. *Revista Ñeque*, 7(19), 502–514. <https://doi.org/10.33996/revistaneque.v7i19.156>
- Pulido, A. (2006). La inovación en el siglo XXI. *ResearchGate*.

- https://www.researchgate.net/publication/5164835_La_innovacion_en_el_siglo_XXI
- Ramírez, B., Osuna, J., & Suástegui, C. (2012). *Vinculación Universidad-Sociedad*.
https://repositorios.fca.unam.mx/alapec/docs/asambleas/xiii/ponencias/educacion/E_06.pdf
- Ramírez, S. A. (2006). Endogenous growth theory , status quo efficiency , and globalization. *Berkeley La Raza Law Journal*, 17.
<https://lawcat.berkeley.edu/record/1120480/files/fulltext.pdf>
- Rebelo, S. (1991). Long-run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 99(3), 500–521.
- Rivera, I., Ocampo, J., & Arredondo, L. (2010). El modelo de la Triple Hélice y la gestión de la vinculación en la Universidad Autónoma de Baja California. *Repositorio Digital IPN*, 1–12.
http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3587/El_modelo_de_la_tripe_helice_y_la_gestion_de_la_vinculacion.pdf?sequence=1
- Rivera, N., & 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>
- Rojo, M., Padilla, A., & Riojas, R. (2019). La innovación y su importancia. *Revista Científica UISRAEL*, 6(1), 9–22. <https://doi.org/10.35290/rcui.v6n1.2019.67>
- Romanowski, R. (2017). The impact of local innovation systems support on local development for cross-border regions of the eastern Poland. *Przedsiębiorczość Międzynarodowa*, 3(2), 63–79. <https://doi.org/10.15678/PM.2017.0302.05>
- Romanowski, R. (2020). The impact of the Triple Helix model on the local development of Western Poland. *Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series*, 2020(146), 393–411. <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2020.146.28>
- Romer, P. (1986). *Increasing returns and long-run growth*. 94(5).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1086/261420>
- Romer, P. (1986b). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037. <https://extranet.parisschoolofeconomics.eu/docs/darcillon->

thibault/paul-romer-increasing-returns-and-long-run-growth.pdf

- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/261725>
- Rubio, B. (2014). El dominio del hambre. Crisis de hegemonía y alimentos. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 01(01), 1689–1699. <https://doi.org/0188-2503>
- Ruiz, A. (2016). La investigación econométrica mediante paneles de datos: Historia, modelos y usos en México. *Revista Economía y Política*, 24(24), 11–32. <https://doi.org/10.25097/rep.n24.2016.01>
- Said, N., & Abdullah, Z. (2024). The Triple Helix of innovation: a case study of the role and social relations of universities, industry and government. *Akademika*, 94(03), 283–299. <https://doi.org/10.17576/akad-2024-9403-16>
- Salazar, C., & Seoane, A. (2019). *La región Asia-Pacífico: desafíos para el desarrollo, hoy*. <https://www.dusselpeters.com/206.pdf>
- Sánchez, C., & Avilés, S. (2012). *Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos élite en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo* (Centro de). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. - CONACYT - SAGARPA - COFUPRO. <https://www.cibnor.gob.mx/personal/bmurillo/hierbas/docs/fuentes-financiamiento-proyectos-investigacion-tecnologia.pdf>
- Sapién-aguilar, A. L., Piñón-howlet, L. C., & Gutiérrez-diez, M. D. C. (2015). *Triple Hélice mediante variables de interacción*. 11(20), 308–325.
- Sapién, L., Piñón, L., & Gutiérrez, M. (2015). *Relaciones reciprocas en el modelo de Triple Hélice mediante variables de interacción*. 308–325.
- Sarabia, G. (2016). La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas. *CienciaUAT*, 10(2), 13. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v10i2.741>
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Editorial Folio. <https://www.folio.com.ar/producto/capitalismo-socialismo-y-democracia/%0A%0A>
- Scott, A., & Storper, M. (2007). Regions, globalization and development. *Routledge*, 37(6 & 7), 191–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0034340032000108697>
- Sepúlveda, Y. (2020). Gestión del conocimiento social: modelo de innovación abierta de la

- cuádruple hélice y su impacto en centros/ institutos de investigación. *Documento de Trabajo*, July. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14973.38885>
- Servicio Nacional de Aduanas de Chile. (2007). *Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC)*. <https://www.aduana.cl/foro-de-cooperacion-economica-de-asia-pacifico-apec/aduana/2007-02-28/103547.html>
- Stock, J., & Watson, M. (2012). Introducción a la econometría. In *British Journal of Cancer* (3rd ed.). Pearson Education. <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art55/int55.htm>
- Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales. (2024). *About APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation)*. <https://www.subrei.gob.cl/organismos-multilaterales/apec-foro-de-cooperacion-economica-de-asia-pacifico/acerca-del-foro>
- Sudiana, K., Sule, E., Soemaryani, I., & 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>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (Segunda). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Tambor, M. (2014). *The lost wave*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199378234.001.0001>
- Torija, E. (2012). Desarrollo industrial y política macroeconómica de los dragones asiáticos : 1950-2010. *Cepal*, 54. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c6b32689-9a49-4f56-87c7-d3b3368de283/content>
- 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*, 2019(36), 59–75. <https://www.redalyc.org/journal/4778/477865646006/>
- Uribe, J. (2019). Una perspectiva de la innovación tecnológica en Latinoamérica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 11(20), 101–125. <https://doi.org/10.22430/21457778.1214>
- Urra, M. (2017). *Estado , mercado , academia ... y comunidad*. [Universidad Pontificia de Comillas de Madrid]. <http://hdl.handle.net/11531/26826>
- Usac, H. (2015, February 16). *Evolución de la industria*.
- Valdés, L., & Martín, A. (2003). *La innovación y el desarrollo tecnológico como una política*

- de Estado y los estímulos fiscales para promoverla. January 2003, 5–36.*
<http://redalyc.uaemex.mx/>
- Valenzuela, D., Serrato Rodríguez, J., & Ruiz Marines, A. (2017). El trabajo, el capital y el cambio tecnológico como determinantes de la productividad. Un estudio de política pública para las economías de América Latina, 1990-2019. In *Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología* (Vol. 9, Issue 17).
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.17.58151>
- Vázquez, A. (2001). Desarrollo local. *Encuentro*, 1(59), 26–41.
<https://doi.org/10.5377/encuentro.v0i59.4122>
- Vázquez, A. (2007). *Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial*. 11, 183–210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2500824>
- Vázquez, A. (2009). Desarrollo local, una estrategia para tiempos de crisis. In *CONCEPTOS CRITICOS Universitas Forum* (Vol. 1, Issue 2).
- Vega, M. A. (2012). Aspectos y avances en ciencia, tecnología e innovación. *Polis (Santiago)*, 11(33), 451–470. <https://doi.org/10.4067/S0718-65682012000300022>
- Virkkala, S., & Mariussen, Å. (2021). Networks of innovation: Measuring structure and dynamics between and within Helices, regions and spatial levels. Empirical evidence from the Baltic Sea region. *Triple Helix*, 8(2), 282–328.
<https://doi.org/10.1163/21971927-bja10019>
- Wallerstein, I. (1974). The modern world-system. Capitalist agriculture and the origins of the european world-economy in the sixteenth century. In University of California Press (Ed.), *University of California Press*.
- Wang, S., Wang, J., Wei, C., Wang, X., & Fan, F. (2021). Collaborative innovation efficiency: From within cities to between cities—Empirical analysis based on innovative cities in China. *Growth and Change*, 52(3), 1330–1360.
<https://doi.org/10.1111/grow.12504>
- Webscolar. (2013). *Áreas industriales en el mundo*. Recuperado el 7 de abril de 2022 de <https://www.webscolar.com/las-regiones-industriales-en-el-mundo>
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709–748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>

- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 48(4), 817. <https://doi.org/10.2307/1912934>
- Williamson, O. (1979). Transaction-cost economics: The governance of contractual relations. *Journal of Law and Economics*, 22(2), 233–261.
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*, 126(1), 25–51. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>
- Wonglimpiyarat, J., & Khaemasunun, P. (2015). China's innovation financing system: Triple Helix policy perspectives. *Triple Helix*, 2(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40604-014-0013-y>
- Wooldridge, J. (2010). Introduccion a la econometria un nefoque moderno. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://herioscarlanda.files.wordpress.com/2018/10/wooldridge-2009-introduccic3b3n-a-la-econometrc3ada-un-enfoque-moderno.pdf>
- Wooldridge, J. M. (2019). Correlated random effects models with unbalanced panels. *Journal of Econometrics*, 211(1), 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2018.12.010>
- Yang, L., Albats, E., & Etzkowitz, H. (2021). Interdisciplinary organization as a basic academic unit? *Industry and Higher Education*, 35(3), 173–187. <https://doi.org/10.1177/0950422220956951>
- Zamora, A., & Cruz, G. (2020). Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México. In *El Colegio de San Luis A.C.* (Vol. 21). [https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/1615/1/Una perspectiva sistémica de la Triple Hélice en la innovación social en la Ciudad de México Revisión de literatura.pdf](https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1013/1615/1/Una%20perspectiva%20sist%C3%A9mica%20de%20la%20Triple%20H%C3%A9lice%20en%20la%20innovaci%C3%B3n%20social%20en%20la%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico%20Revisi%C3%B3n%20de%20literatura.pdf)
- Zamora, A., & Gómez, A. (2024). Competitividad sistémica entorno en el comercio electrónico de las economías del Foro de Cooperación Económica de Asia Pacífico (APEC). *Revista de Investigación Académica Sin Fronteras*, 17(42), 1–27. <https://doi.org/10.46589/riasf.v1i42.690>
- Zuccarino, M. (2012). Modelos estadounidense-fordista y japonés-toyotista: ¿Dos formas de organización productiva contrapuestas? *Historia Caribe*, 21, 197–215. <http://www.scielo.org.co/pdf/hisca/v7n21/v7n21a09.pdf>

Anexos

Anexo 1.

Matriz de congruencia

MATRIZ DE CONGRUENCIA						
TÍTULO DE LA TESIS: EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024.						
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA			MARCO TEÓRICO	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL					DEFINICIÓN	INDEPENDIENTE
PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	El marco se sustenta en una compilación de diversas teorías inherentes a la investigación misma, entre ellas se destacan las siguientes: <u>Teoría de la Triple Hélice - Etzkowitz y Leydesdorff (2000)</u> : Gobierno, universidad y empresa interactúan para generar innovación. <u>Economía institucional y desarrollo institucional - North (1994) y Ostrom (1990, 2005)</u> : Las instituciones determinan los incentivos y el desempeño económico. <u>Teoría del desarrollo endógeno - Boisier (1970) y Vazquez (2007)</u> : El conocimiento y el capital humano son motores internos del crecimiento. <u>Desarrollo local y regional - Albuquerque (2004, 2007) y Vázquez (2001, 2009)</u> : El territorio y los	DEPENDIENTE		
¿Cuál ha sido el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Determinar el impacto de la causación vinculatoria de la Triple Hélice en el proceso de desarrollo industrial de las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC, la vinculación a través de los modelos de Hélice ha impactado de manera diferenciada en el proceso de desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.		Desarrollo industrial	Producto Interno Bruto per cápita	PIBpc
ESPECÍFICOS				INDEPENDIENTES		
¿Cuál ha sido la injerencia gubernamental, en tanto componente de	Estimar la injerencia gubernamental, en tanto componente de	En las economías de APEC el gobierno, en tanto componente de la Triple Hélice, ha	Gobierno	Gasto público en educación (total)	GastoEduTot	

la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	tenido una injerencia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.	actores locales son clave en procesos de industrialización. <u>Teoría sobre la globalización de la producción</u> - <i>Wallerstein (1974)</i> y <i>Gereffi (1989)</i> : Las economías distribuyen bienes y servicios a nivel global, adaptándose a las exigencias competitivas del mercado.			
¿Cuál ha sido la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Evaluar la importancia de la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC la academia, en tanto componente de la Triple Hélice, ha tenido una importancia diferenciada en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.	<u>Teoría de la innovación tecnológica</u> - <i>Schumpeter (1942)</i> : La innovación es motor del desarrollo económico y la transformación industrial. <u>Desarrollo sostenible e innovación</u> - <i>Porter y Van (1995)</i> : La innovación puede compatibilizar competitividad y sostenibilidad ambiental.	Academia	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	ArtPubCien
¿Cómo han impactado las empresas en el desarrollo industrial, en tanto componente de la Triple Hélice, en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024?	Deducir el impacto de las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, en el desarrollo industrial en las economías de APEC en el periodo 1993 a 2024.	En las economías de APEC las empresas, en tanto componente de la Triple Hélice, han tenido un impacto diferenciado en el desarrollo industrial en el periodo 1993 a 2024.		Empresas	Solicitudes de patentes (totales)	SolPatTot

Fuente: Elaboración propia con base en el apartado de los fundamentos de la investigación (2025).

Anexo 2.

Producto Interno Bruto per cápita de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC, por sus siglas en inglés) 1993-2024

																Papúa						
	Brunei															Nueva	Nueva	Estados				
Año	Australia	Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Zelanda	Perú	Filipinas	Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Unidos	Vietnam		
1993	37155.51	40342.05	31032.76	6461.73	1258.35	24621.75	1693.11	29232.44	11424.59	8411.80	5062.59	26174.83	2723.28	1620.36	2515.64	5798.91	27139.95	3187.00	40002.48	805.61		
1994	38264.15	39721.43	32074.16	6688.30	1406.86	25526.53	1790.33	29466.76	12358.52	8623.48	5390.10	27151.47	2998.58	1654.75	2570.34	5071.74	29220.27	3391.49	41106.99	861.12		
1995	39310.80	39274.50	32595.45	7201.13	1545.19	25620.08	1905.54	30171.16	13411.11	7970.64	5771.35	28020.25	3158.98	1693.81	2397.40	4862.65	30379.90	3614.93	41710.82	927.63		
1996	40337.11	38331.66	32801.30	7605.29	1681.63	25551.43	2020.99	31046.17	14332.14	8320.65	6190.46	28576.44	3186.90	1752.24	2492.08	4686.86	31349.32	3766.86	42783.82	998.92		
1997	41464.50	39820.21	33867.01	8058.94	1819.10	26631.85	2081.84	31276.19	15074.49	8770.84	6480.56	28790.30	3331.15	1800.26	2310.99	4760.34	32835.25	3614.61	44151.69	1064.78		
1998	42967.66	36331.18	34894.61	8287.45	1944.44	24856.81	1780.20	30795.09	14198.39	9161.90	5857.97	28780.93	3258.30	1746.53	2147.05	4515.51	31043.11	3295.36	45596.43	1110.11		
1999	44636.94	37045.93	36391.54	8161.45	2076.82	25237.69	1767.51	30636.27	15714.41	9264.98	6070.96	30169.74	3250.38	1759.42	2112.10	4819.38	32557.05	3403.09	47234.25	1148.04		
2000	45859.52	37509.60	37906.86	8465.35	2237.44	26933.26	1828.10	31430.63	16995.56	9581.97	6455.61	30853.81	3286.27	1793.35	1989.58	5323.67	34890.08	3514.72	48616.26	1212.20		
2001	46191.31	37269.31	38200.46	8632.01	2405.89	26885.46	1868.59	31476.05	17684.05	9398.35	6334.93	31718.76	3261.66	1807.71	1920.78	5618.96	33597.87	3599.03	48597.43	1273.81		
2002	47486.28	37976.26	38921.67	8810.69	2610.73	27210.11	1926.37	31416.12	18940.38	9242.28	6516.91	32641.82	3398.75	1837.25	1854.42	5910.17	34598.83	3783.75	48967.37	1340.52		
2003	48394.13	38595.17	39270.02	9130.78	2857.04	28097.14	1991.92	31830.22	19435.49	9222.00	6732.92	33517.09	3502.79	1892.82	1832.68	6370.45	36709.80	4018.16	49905.52	1418.74		
2004	49902.02	37948.66	40108.76	9642.37	3127.86	30304.33	2065.71	32515.12	20364.76	9421.29	7025.35	34372.59	3640.60	1978.34	1821.85	6856.68	39856.64	4232.77	51348.35	1510.94		
2005	50853.20	37312.28	41006.22	10104.42	3465.82	32401.40	2155.45	33098.55	21197.20	9491.52	7234.02	35126.33	3835.13	2037.88	1875.82	7323.39	41798.49	4372.26	52649.57	1609.96		
2006	51553.97	38229.36	41663.51	10611.61	3883.35	34458.05	2244.08	33531.52	22196.21	9813.83	7469.81	35665.35	4091.36	2110.42	1915.23	7949.90	44159.41	4551.53	53596.32	1699.68		
2007	52531.76	36174.52	42106.87	11051.35	4409.76	36371.70	2355.15	33990.04	23365.14	9877.70	7769.60	36414.32	4407.79	2209.35	2000.97	8640.41	46178.81	4760.67	54152.83	1788.95		
2008	53336.10	34126.69	42067.57	11356.09	4811.47	36924.11	2464.60	33557.65	23887.06	9826.34	7976.12	35739.36	4778.53	2264.95	1934.03	9093.70	44601.58	4805.76	53703.96	1856.01		
2009	53237.01	32855.60	40376.42	11116.41	5237.77	35938.61	2546.22	31651.08	23952.81	9074.12	7700.46	35370.59	4801.17	2256.73	2003.24	8381.87	43331.88	4737.46	51863.62	1927.13		
2010	53578.81	33121.32	41164.34	11649.29	5764.87	38090.04	2670.81	32942.20	25455.62	9389.07	8118.92	35489.76	5167.39	2373.14	2140.51	8755.12	48752.05	5059.36	52812.68	2027.58		
2011	54111.36	33754.36	42043.64	12252.84	6275.91	39656.34	2799.62	33011.13	26191.64	9575.93	8400.32	35957.52	5453.46	2416.75	2102.03	9120.82	50713.53	5070.24	53215.54	2132.90		
2012	55257.57	33544.54	42320.64	12882.83	6723.19	39887.83	2930.52	33518.45	26680.28	9782.52	8710.53	36607.15	5740.04	2533.74	2139.48	9464.01	51679.35	5403.88	54000.84	2224.11		
2013	55728.02	32381.07	42851.17	13182.73	7198.07	40959.98	3055.24	34239.89	27399.62	9738.71	8964.81	37267.66	6021.46	2654.42	2162.11	9601.54	53298.97	5516.61	54728.86	2320.08		
2014	56327.85	31148.73	43643.24	13285.95	7686.58	41796.87	3170.72	34386.91	28100.01	9862.48	9341.73	38056.27	6103.92	2776.92	2391.36	9493.81	54681.93	5541.47	55665.24	2439.29		
2015	56739.03	30625.13	43594.19	13433.92	8175.33	42432.16	3288.22	34960.64	28737.44	10021.24	9648.68	38665.37	6231.71	2909.86	2484.60	9277.71	55645.61	5688.85	56849.47	2577.57		
2016	57401.07	29492.42	43551.34	13505.10	8679.38	43087.55	3416.81	35242.20	29467.12	10100.50	9901.48	39235.37	6392.25	3076.34	2557.09	9269.32	56986.79	5857.78	57430.85	2715.58		
2017	57750.65	29524.66	44339.39	13473.35	9221.51	44380.82	3553.52	35861.97	30312.89	10193.77	10293.76	39722.61	6457.42	3247.45	2584.89	9418.91	59485.30	6076.74	58435.97	2868.14		
2018	58530.78	29200.20	44907.34	13763.01	9798.65	45280.51	3701.32	36138.53	31059.27	10296.87	10610.20	40371.55	6593.14	3410.94	2518.46	9674.79	61250.35	6314.20	59817.66	3048.28		
2019	58924.73	29996.24	45100.29	13630.59	10356.48	44195.30	3850.90	36043.78	31645.95	10159.45	10902.98	40655.08	6626.26	3575.88	2572.56	9882.02	61345.53	6434.54	61047.97	3241.08		
2020	58132.80	30015.96	42366.13	12679.02	10573.64	41451.33	3739.45	34642.97	31378.16	9234.64	10171.47	39646.35	5831.83	3198.67	2438.61	9632.33	59189.70	6035.19	59484.03	3303.17		
2021	59276.50	29256.18	44639.19	14051.47	11469.57	44530.95	3850.69	35741.16	32771.07	9728.06	10388.27	41273.38	6547.85	3350.98	2378.37	10231.32	67731.26	6121.53	62986.66	3358.22		
2022	61009.81	28549.18	45677.69	14283.15	11830.60	43281.72	4024.91	36238.33	33690.38	10013.37	11174.21	42668.04	6667.52	3577.70	2467.23	10119.06	68218.81	6278.79	64198.43	3617.66		
2023	61598.18	28645.96	45048.28	14280.35	12484.16	43546.71	4192.65	36952.52	34121.02	10253.53	11429.59	42207.97	6568.00	3744.70	2515.29	10562.03	66167.36	6408.41	65505.26	3775.46		
2024	61211.90	29605.88	44401.72	14579.40	13121.68	44724.54	4367.86	37144.91	34551.66	10313.49	11868.37	41416.29	6711.19	3925.30	2572.03	11043.26	67706.83	6573.44	66682.62	4017.75		

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Banco Mundial [BM] (2024h).

Anexo 3.

Gasto público en educación (total) de las economías de APEC 1993-2024

Año	Australia	Brunei Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva Zelanda	Perú	Filipinas	Papúa Nueva Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Estados Unidos	Vietnam
1993	18017.84	59.60	36434.19	906.05	22210.04	10.002,4	265.04	79558.66	1752.32	2728.05	541.17	2913.97	134.23	162.09	123.18	37360.77	253.41	406.79	320215.70	106.58
1994	18945.31	51.37	35899.40	1035.25	26013.73	10.183,7	278.04	82641.56	4123.72	3133.74	627.66	3192.47	130.11	196.13	110.84	36464.45	982.28	553.86	317940.98	130.52
1995	19872.78	43.14	35364.61	1164.45	29817.42	12.356,0	291.04	85724.46	6495.12	3539.43	714.15	3470.97	125.99	230.17	98.50	35568.13	1711.15	700.93	315666.26	154.46
1996	20800.25	34.91	34829.82	1293.65	33621.11	13.315,5	304.04	88807.36	8866.52	3945.12	800.64	3749.47	121.87	264.21	86.16	34671.81	2440.02	848.00	313391.54	178.40
1997	21727.72	26.68	34295.03	1422.85	37424.80	12.470,5	317.04	91890.26	11237.92	4350.81	887.13	4027.97	117.75	298.25	73.82	33775.49	3168.89	995.07	311116.82	202.34
1998	21981.46	41.61	33117.69	1366.28	43775.33	12.690,1	327.98	92245.79	12158.34	4656.51	921.20	4110.31	93.70	302.08	73.97	34621.11	3211.31	1179.17	302600.31	169.51
1999	22207.00	37.16	32493.50	1498.84	45192.17	13.399,1	335.51	94194.57	14682.76	4873.62	993.41	4361.20	160.92	281.43	69.88	32578.24	4040.11	1306.66	296940.93	199.92
2000	23495.94	38.26	34252.57	1552.28	53284.78	14.318,5	398.08	96607.21	15875.05	5026.99	1327.34	4324.72	172.38	345.72	64.24	32706.64	4812.54	1667.73	306472.50	202.08
2001	23969.95	32.00	33653.44	1646.31	70675.54	7.382,6	330.10	96102.98	18435.81	5434.53	1170.75	4412.78	196.66	304.03	76.27	36554.80	4917.06	1791.16	306733.89	241.05
2002	24502.31	24.27	36459.85	2060.22	75171.18	7.068,7	386.00	98144.51	20023.41	5962.27	1484.43	4373.95	191.96	407.82	51.99	36335.60	5494.59	2144.38	320944.51	234.14
2003	25877.10	37.66	38722.16	2100.02	88585.08	6.114,9	386.76	101381.97	23879.88	6705.18	1761.55	4522.51	267.77	375.35	54.18	34851.82	6216.66	2370.80	336490.55	300.38
2004	28033.19	37.87	42633.37	2248.21	121751.14	6.199,9	472.22	103829.66	27741.08	7301.35	2093.36	4947.70	265.08	389.09	42.64	35079.43	7569.13	2795.66	360328.73	335.70
2005	31994.97	35.14	47844.97	2533.92	165867.16	6.030,5	604.42	112257.28	32097.53	8304.10	2508.56	5448.08	302.14	457.51	37.26	34561.84	8104.46	3666.24	390402.56	403.83
2006	34320.11	41.66	50605.96	3132.37	192881.56	5.922,3	729.90	113533.15	37247.49	9437.14	3210.77	5769.72	441.15	445.82	48.87	30269.91	8422.64	4425.92	394240.08	454.15
2007	36315.46	43.81	51979.50	3293.80	213648.18	5.332,7	658.13	109140.33	41317.08	9586.60	3763.96	6148.62	402.49	492.66	60.76	30957.09	8184.89	4728.42	396306.10	520.22
2008	37767.96	50.67	53779.61	3759.34	248120.21	4.861,9	771.94	107614.13	43923.63	10353.88	5859.36	6434.48	406.39	545.02	59.00	32732.40	8706.65	5490.98	399273.41	785.39
2009	39537.36	51.01	55876.68	3981.25	285755.68	6.747,6	1094.50	109026.54	45957.42	10632.10	7850.72	6683.61	491.52	595.33	40.02	33541.86	9004.41	6046.99	404007.54	886.15
2010	42096.62	58.16	56793.27	4235.52	309193.41	6.048,6	1446.09	108732.89	50338.95	11244.42	10937.69	6962.20	553.93	679.82	49.73	34294.25	9957.90	6801.56	413704.71	1099.63
2011	45374.30	79.69	57715.63	4534.62	323331.81	6.103,8	1942.53	110457.48	53624.10	11751.80	13550.23	7675.32	596.78	878.82	41.60	36397.08	10208.42	7243.97	426831.73	1220.53
2012	46728.07	116.39	59761.57	5059.05	329067.39	7.169,6	2111.14	109040.04	56100.89	12602.76	14203.57	7759.43	641.35	820.31	61.17	36531.93	10823.23	7563.51	430163.93	1559.95
2013	50921.20	123.02	60074.83	5099.24	355650.59	7.805,7	2815.34	108551.11	57320.12	13186.80	15008.95	7808.07	667.12	935.46	53.22	38952.94	11085.50	7580.72	432033.06	1881.36
2014	52854.67	186.05	60858.96	5871.42	385100.77	7.835,8	3354.32	105286.60	60152.58	14167.62	16608.39	7997.30	745.61	1038.82	62.90	44778.75	11333.21	8203.92	434412.33	1943.68
2015	54235.21	174.11	61391.62	6161.44	406733.90	9.095,5	4474.10	102018.50	62722.77	14570.29	18099.96	7892.26	899.29	1365.11	58.96	51956.58	11536.92	8535.21	436908.38	2223.04
2016	55173.81	220.47	61324.12	6774.99	436613.57	9.547,2	6753.72	102449.32	62915.13	15194.65	18747.44	8203.80	1071.41	1654.64	59.81	61137.30	12074.78	9584.81	437546.04	3021.10
2017	55219.84	200.95	61601.66	6921.66	468712.74	10.002,5	13002.06	102425.45	64096.89	16177.94	19900.96	8178.13	1389.87	1992.04	62.00	68641.10	12189.62	11108.45	440417.99	3279.05
2018	56691.37	294.39	63648.46	7572.42	532295.26	10.183,8	21795.18	103957.43	66892.64	17182.13	19992.49	8396.44	1700.86	2121.30	61.16	77629.60	12072.15	12784.69	447164.41	4301.70
2019	58770.26	230.03	64546.67	8012.18	617494.48	12.356,1	31005.34	104005.62	70701.85	18991.67	21651.72	8890.78	2332.04	3379.76	71.07	90819.89	12086.28	13620.48	451480.17	6113.19
2020	58870.89	292.63	65331.55	9032.26	672734.70	13.315,6	32895.71	102788.11	73255.78	20363.28	21993.06	8813.47	2892.98	3262.82	60.17	94909.93	12347.41	14020.33	457586.90	8265.78
2021	61975.95	335.16	69684.17	9990.88	766200.41	12.470,6	39566.05	109074.89	77566.47	21753.88	26302.68	9152.02	4064.96	4052.93	83.64	100841.94	12611.05	16705.46	472448.44	9651.04
2022	62305.03	414.38	69051.87	9057.77	898949.09	12.690,2	31947.10	103722.96	76995.71	21027.10	26506.35	9213.62	4584.96	3961.49	83.33	84251.73	12700.34	18490.53	457335.25	10530.19
2023	62634.11	493.60	68419.57	8124.66	1031697.80	13.399,0	24328.15	98371.03	76304.95	20300.32	26710.02	9275.22	5104.96	3870.05	83.02	67661.52	12789.63	20275.60	442222.06	11409.34
2024	62963.19	572.82	67787.27	7191.55	1164446.40	14.318,6	16709.20	93019.10	75674.19	19573.54	26913.69	9336.82	5624.96	3778.61	82.71	51071.31	12878.92	22060.67	427108.87	12288.49

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024d).

Anexo 4.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas de las economías de APEC 1993-2024

Año	Australia	Brunei Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva Zelandia	Perú	Filipinas	Papúa Nueva Guinea	Rusia	Singapur	Tailandia	Estados Unidos	Vietnam
1993	12947	88	26930	1334	19618	1195	2069	366486	36493	8212	7857	3102	288	2038	3	32477	1490	2463	184196	225
1994	13346	41	27163	1637	19067	1640	2334	353301	45712	9944	9669	3771	398	2146	4	25745	3379	2966	202755	292
1995	14061	42	26592	1706	18699	1961	2874	369215	78499	5393	5102	4719	508	2376	3	24444	2557	3532	228142	682
1996	15018	21	27570	1947	22742	2100	3997	376615	90326	6751	6586	7467	617	2797	1	25994	12581	4558	211946	966
1997	17158	42	28582	2572	24774	2385	4018	391572	92684	10531	10290	9831	804	3565	2	23229	6336	5394	220496	1264
1998	17925	32	33972	2775	47396	14667	1846	401932	75233	10893	10633	5700	898	3443	4	24753	6678	5071	236979	1105
1999	19818	34	37250	2812	50044	6040	2936	405655	80642	12110	11873	7961	992	3361	5	27844	7053	5176	265763	1142
2000	22001	21	39622	3120	51906	8295	3890	436865	102010	13061	12836	7048	1078	3636	8	32337	8236	5049	295895	1239
2001	22735	21	39716	2750	63450	8914	3926	439175	104612	13565	13302	7275	1010	2605	7	34090	8250	5332	326471	1286
2002	22545	21	39741	2538	80232	9130	3843	421044	106136	13062	12858	6948	869	854	6	33308	8199	4489	334445	1211
2003	21594	43	37228	2405	105317	9102	3300	413093	118651	12207	12115	6873	924	1873	13	34870	7874	5131	342441	1150
2004	22833	31	38201	2867	130384	10005	3668	423081	140115	13198	13155	6531	823	2696	20	30190	8585	5373	356943	1431
2005	23857	26	39888	3007	173327	11763	4304	427078	160921	14435	14373	7005	1020	2972	26	32253	8605	6340	390733	1947
2006	26003	41	42038	3215	210501	13790	4612	408674	166189	15505	15462	7365	1271	3257	33	37691	9163	6261	425966	2166
2007	26840	64	40131	3806	245161	13766	5134	396291	172469	16599	16640	7844	1359	3473	39	39439	9951	6818	456154	2860
2008	26346	75	42089	3952	289838	13662	5133	391002	170632	16581	16714	5724	1535	3313	46	41849	9692	6741	456321	3199
2009	23681	42	37477	1717	314604	11857	4518	348596	163523	14281	14693	6358	694	2997	53	38564	8736	5857	456106	2890
2010	24887	38	35449	1076	391177	11702	5630	344598	170101	14576	14856	6636	300	3393	59	42500	9773	1937	490226	3582
2011	25526	35	35111	2792	526412	13493	5830	342610	178924	14055	14066	6209	1168	3196	66	41414	9794	3924	503582	3560
2012	26358	31	35242	3019	652777	12988	6640	342796	188915	15314	15134	7099	1190	2994	72	44211	9685	6746	542815	3805
2013	29717	35	34741	3072	825136	13916	7450	328436	204589	15444	15433	6781	1266	3285	79	44914	9722	7404	571612	3995
2014	25956	117	35481	3105	928177	12542	8023	325989	210292	16135	16242	7728	1287	3589	63	40308	10312	7930	578802	4447
2015	28605	103	36964	3274	1101864	12212	9153	318721	213694	18071	17979	6501	1249	3734	47	45517	10814	8167	589410	5033
2016	28394	89	34745	2907	1338503	14092	9639	318381	208830	17413	17212	6386	1163	3419	42	41587	10980	7820	605571	5228
2017	28906	107	35022	2894	1381594	13299	9303	318481	204775	17184	17016	6160	1219	3395	38	36883	10930	7865	606956	5382
2018	29957	121	36161	3100	1542002	15986	9754	313567	209992	16424	15985	6238	1222	4300	33	37957	11845	8149	597141	6071
2019	29758	141	36488	3237	1400661	16532	11481	307969	218975	15941	15707	6014	1259	4380	63	35511	14136	8172	621453	7520
2020	29294	120	34565	2805	1497159	21556	8160	288472	226759	14312	14169	5765	1267	3993	53	34984	13265	7525	597172	7695
2021	32409	139	37155	3082	1585663	21943	8800	289200	237998	16161	15927	6852	1235	4393	29	30977	14590	8242	591473	8534
2022	35524	158	39745	3359	1674167	22330	9440	289928	249237	18010	17685	7939	1203	4793	5	26970	15915	8959	585774	9373
2023	38639	177	42335	3636	1762671	22717	10080	290656	260476	19859	19443	9026	1171	5193	19	22963	17240	9676	580075	10212
2024	41754	196	44925	3913	1851175	23104	10720	291384	271715	21708	21201	10113	1139	5593	43	18956	18565	10393	574376	11051

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024a).

Anexo 5.

Solicitudes de patentes (totales) de las economías de APEC 1993-2024

Año	Brunei		Australia	Darussalam	Canadá	Chile	China	HongKong	Indonesia	Japón	Corea	México	Malasia	Nueva		Perú	Filipinas	Papúa		Rusia	Singapur	Tailandia	Estados		Vietnam
														Zelanda				Nueva	Guinea				Unidos		
1993	5.51	4.29			7.68	2.38	1.66	2.02	0.99	3.37	3.70	3.46	4.65	6.11		2.88	2.10	19.71		1.78	1.77	3.67	4.59		5.94
1994	5.24	4.49			6.66	2.51	1.99	2.26	1.00	3.57	3.02	3.48	4.71	5.93		2.96	2.38	18.89		1.94	1.99	3.41	4.81		5.87
1995	5.16	4.68			6.30	2.56	1.84	2.49	1.00	3.40	2.94	3.50	4.34	5.74		3.04	2.66	18.07		2.11	2.22	3.14	5.02		5.80
1996	5.08	4.87			6.03	2.78	1.85	2.73	1.08	3.37	3.08	3.39	4.91	6.38		3.12	2.94	17.25		2.27	2.44	3.50	5.23		5.73
1997	5.00	5.06			5.76	2.99	1.85	2.96	1.07	3.33	3.22	3.28	4.62	6.16		3.20	3.08	16.43		2.44	2.66	4.58	5.45		5.66
1998	4.92	5.25			5.49	3.32	1.84	3.20	1.42	3.30	3.37	3.18	5.15	6.40		3.28	3.70	15.61		2.61	2.88	4.63	5.66		5.59
1999	4.84	4.93			5.53	3.71	1.89	3.43	1.77	3.38	3.37	3.36	5.69	6.64		3.44	3.43	14.79		2.77	3.10	4.83	5.87		5.52
2000	4.76	3.71			5.42	3.76	1.97	3.67	2.11	3.46	3.42	3.81	5.97	6.63		3.23	3.16	13.97		2.94	3.32	5.25	6.09		5.45
2001	5.22	3.54			4.95	3.90	2.06	3.90	2.46	3.40	3.48	4.03	7.48	6.62		3.04	2.92	13.15		3.11	3.54	4.82	6.30		5.38
2002	5.31	3.37			4.99	4.05	2.14	4.02	2.65	3.41	3.53	4.24	7.66	6.61		2.82	2.89	12.33		3.84	3.88	3.86	6.36		5.31
2003	5.25	3.21			4.92	3.92	2.22	4.29	3.22	3.47	3.59	4.83	7.50	6.60		2.94	2.94	11.51		3.68	3.98	3.73	6.33		5.24
2004	5.19	3.04			4.84	3.54	2.31	4.56	2.75	3.43	3.64	4.51	5.92	6.59		2.96	2.47	10.69		3.55	3.65	4.03	6.25		5.17
2005	5.27	2.88			4.77	3.28	2.39	4.13	2.87	3.31	3.70	4.63	5.20	6.58		2.84	2.33	9.87		3.77	3.20	3.94	6.17		5.10
2006	5.16	2.71			4.77	3.04	2.44	3.84	2.96	3.28	3.75	4.49	4.49	6.57		2.65	2.43	9.05		3.87	2.86	4.05	6.16		5.03
2007	4.97	2.54			4.77	3.23	2.70	3.45	3.04	3.28	3.80	4.48	4.37	6.56		2.63	2.49	8.23		3.98	2.95	3.60	6.24		4.96
2008	4.90	2.38			4.63	3.79	3.63	3.26	2.90	3.27	3.86	4.61	3.96	6.55		2.87	2.58	7.41		4.10	2.76	3.51	6.44		4.89
2009	5.40	2.21			4.84	4.25	3.75	4.39	3.53	3.56	3.91	4.95	5.97	6.54		3.14	2.54	6.59		4.47	3.01	3.86	6.74		4.82
2010	6.15	2.05			5.36	4.19	3.56	3.51	2.81	3.60	3.53	4.94	4.97	6.60		2.87	2.56	5.77		3.85	3.08	3.51	6.69		4.05
2011	6.01	3.32			5.26	4.06	3.81	3.42	3.19	3.61	3.71	4.90	5.76	6.55		2.66	2.59	4.95		3.71	3.03	4.81	6.50		3.78
2012	5.56	2.89			4.69	4.30	4.30	3.51	3.41	3.42	3.90	4.88	5.74	6.53		2.92	2.61	4.13		3.79	3.07	3.60	6.25		4.41
2013	5.52	3.12			4.59	4.55	4.13	3.76	3.36	3.41	4.08	4.51	5.48	5.89		3.30	2.64	3.31		3.76	2.85	3.82	6.23		4.53
2014	5.44	3.35			4.84	4.75	4.11	3.57	3.29	3.42	4.27	5.07	5.03	5.81		3.70	2.66	2.49		4.01	2.92	3.92	6.13		3.54
2015	5.46	3.89			4.74	4.90	4.24	3.26	3.58	3.31	4.45	5.05	4.70	5.71		3.97	2.83	1.67		3.83	2.86	3.86	4.93		3.42
2016	5.43	4.43			4.82	5.37	4.21	3.29	1.21	3.15	4.33	4.76	4.35	5.51		3.81	3.30	0.85		3.76	2.87	3.77	4.78		3.47
2017	5.32	4.96			4.96	5.43	4.11	3.31	1.05	3.13	4.33	4.40	4.18	5.28		3.93	3.96	1.96		4.69	2.76	3.47	5.09		3.42
2018	5.41	5.50			4.89	5.47	4.02	3.33	0.99	3.08	4.46	4.14	4.13	5.19		3.71	3.86	1.87		4.68	2.86	3.20	4.90		3.15
2019	5.51	6.03			4.77	5.63	4.06	3.81	0.96	3.16	4.68	4.32	3.98	5.18		3.82	3.41	0.74		3.70	2.73	3.02	4.96		3.08
2020	5.38	6.57			4.89	5.63	4.23	4.41	1.02	3.31	4.80	4.50	4.52	5.65		4.26	3.86	1.50		4.02	2.69	3.15	5.40		3.22
2021	5.33	7.11			4.75	5.00	3.99	4.00	1.03	3.34	4.87	4.25	4.26	5.55		3.93	3.87	1.35		3.99	2.82	2.98	5.43		2.95
2022	5.21	7.64			4.14	4.37	4.02	3.73	0.86	3.24	4.93	4.00	3.50	5.23		3.83	3.58	1.19		4.05	2.49	2.61	5.46		2.89
2023	5.08	8.18			3.53	3.74	4.06	3.80	1.28	3.14	5.00	3.75	3.63	4.91		4.24	3.62	1.04		4.11	2.19	2.52	5.48		2.83
2024	4.95	8.71			2.92	3.11	4.09	3.88	1.69	3.04	5.06	3.50	3.76	4.59		4.64	3.67	0.89		4.17	1.89	2.43	5.51		2.77

Fuente: Elaboración propia con base en datos de BM (2024i, 2024j).

Anexo 6.
Análisis de coincidencias.



Página 1 de 306 - Portada

Identificador de la entrega trnoid::3117562634152

Oswualdo Getzemany Moreno Villaseñor

EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1...



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trnoid::3117562634152

Fecha de entrega

2 mar 2026, 8:01 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

2 mar 2026, 8:10 a.m. GMT-6

Nombre del archivo

EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN....pdf

Tamaño del archivo

4.3 MB

280 páginas

79.807 palabras

478.156 caracteres



Página 1 de 306 - Portada

Identificador de la entrega trnoid::3117562634152

12% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 7%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
52 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL	
Título del trabajo	EL EFECTO DE LA TRIPLE HÉLICE EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL DE LAS ECONOMÍAS DE APEC EN EL PERIODO 1993-2024	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	OSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR	2251367b@umich.mx
Director	RENÉ AUGUSTO MARÍN LEYVA	rene.marin@umich.mx
Codirector	JUAN GONZÁLEZ GARCÍA	juan.gonzgar@umich.mx
Coordinador del programa	Dr. Antonio Favila Tello	doc.cs.desarrollo.regional@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	no	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	no	
Traducción a otra lengua	no	
Revisión y corrección de estilo	no	
Análisis de datos	no	
Búsqueda y organización de información	no	
Formateo de las referencias bibliográficas	no	
Generación de contenido multimedia	no	
Otro	no	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	CSWUALDO GETZEMANY MORENO VILLASEÑOR 
Lugar y fecha	Morelia, Mich. 13 de marzo 2026