

La relación innovación PIB en China y su rol en la consolidación de su nuevo modelo de desarrollo económico en la tercera década del siglo XXI

Edgar Samid Limón Villegas*

Juan González García**

Recibido: septiembre 23 del 2024/Aceptado: mayo 28 del 2025

Resumen

El estudio examina la innovación como motor del crecimiento económico en China durante el siglo XXI. Mediante un análisis econométrico que incluye variables clave como gasto en I+D, formación de capital y educación, se evaluaron modelos lineales generalizados y de mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados muestran que la inversión en I+D y la formación bruta de capital son factores críticos para el crecimiento sostenible de China, en coherencia con su estrategia de mercado interno y su política de doble circulación. Se concluye que la política de innovación china impulsa su crecimiento a largo plazo, marcando su transición hacia una economía de alto valor agregado con menores dependencias del comercio exterior.

Palabras clave: Innovación, economía, diversificación, déficit, CGV, comercio estratégico.

Clasificación JEL: F14, F15, O24, O30.

*Profesor- investigador en la Universidad de Guadalajara. <samid.limon@cusur.udg.mx>.

** Profesor-honorifico en la Universidad de Colima. <jgogar@ucol.mx>.

The relationship between innovation and GDP in China and its role in consolidating its new economic development model in the third decade of the XXIst century

Abstract

This study examines innovation as a driver of economic growth in China in the 21st century. Through econometric analysis, incorporating key variables such as R&D investment, capital formation, and education, generalized linear models and ordinary least squares were evaluated. Results show that investment in R&D and gross capital formation are critical factors for sustainable growth in China, aligning with its internal market strategy and dual circulation policy. The study concludes that China's innovation policy drives its long-term growth, marking its transition toward a high-value-added economy with reduced reliance on foreign trade.

Keywords: Innovation, economy, diversification, deficit, GVCs, strategic trade.
JEL clasificattion: F14, F15, O24, O30.

1. Introducción

En la actualidad, el concepto de innovación, es uno de los tópicos que mayor interés y presencia tiene en la agenda de las naciones para buscar crecimiento y desarrollo, ya que, expresa incorporación de valor en los bienes y servicios que se producen actualmente en todos los países del mundo, ya que al estar presente en su elaboración, les permite a los países y a sus empresas, conseguir una mayor competitividad económica y con ello, lograr un mayor crecimiento y por ende desarrollo económico. En ese sentido autores como Schumpeter (1978) afirman que la innovación es uno de los motores base del crecimiento económico, ello sin dejar de plantear que el crecimiento económico no necesariamente significa hablar de también de desarrollo. Sin embargo, el primero es una condición *sine qua non* para lograr el segundo.

Una de las preguntas iniciales que permiten comprender las estrategias y resultados diferenciados en materia de innovación en los países es: ¿por qué los países dirigen recursos diferenciados de su presupuesto a innovación? Esto, porque, países como México, en su mejor año ha invertido el 0.58% de

su PIB a la innovación; en cambio Israel y Corea del Sur invierten aproximadamente el 4.5% de su Producto Interno Bruto PIB, porcentaje que se ha incrementado en los últimos años. Países como China, por su parte, canalizan más recursos que México, pero menos que Corea del Sur o Israel.

La innovación es sin duda una de las variables que más contribuyen al crecimiento económico, y es la que más se vincula con prescripciones planteadas por la teoría del crecimiento económico en su versión tradicional y moderna, para lograr un sólido crecimiento económico. Algunas de las variables macroeconómicas que más se relacionan con la innovación son: el propio (PIB), el consumo, la inversión y el comercio exterior. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), agrega otras variables al referirse a la innovación como las marcas, patentes, derechos de propiedad intelectual e industrial, dominios, etc., expresadas en el manual de Frascati.

Para los efectos del presente artículo, la justificación para analizar la relación entre crecimiento económico y la innovación en la República Popular de China (solo China, en adelante), se debe a la importante presencia de este país en la esfera global, en la producción y el comercio internacional. Dicha presencia, se manifiesta de manera más visible en la segunda década del siglo XXI, década en la cual China, planeó una revisión de su modelo de desarrollo económico, debido al hecho de que el crecimiento económico de más de dos dígitos registrados en las dos décadas previas terminó, forzando a China realizar un redireccionamiento de su estilo y modelo de desarrollo, para restaurar el crecimiento económico, ya que gracias a la alta y sostenida tasa de crecimiento del PIB por décadas, es que logró ascender en la escala económica global.

En efecto, se sabe que, desde el punto de vista económico, el crecimiento es una condición *sine qua non* para el desarrollo y China, con su modelo de desarrollo promotor de exportaciones agotado, observó la necesidad de fincar su crecimiento en la economía dual o economía de doble circulación, lo que significó que China iba a depender menos del exterior, para incrementar su consumo interno, es decir China plantea un modelo de doble circulación, el cual descansa en el mercado interno pero con una transformación de sus sectores económicos (Liu y González, 2021).

Al ser el sector de los servicios el más importante, la industria en segundo orden, y en menor medida el sector primario, impone a China tener esta nueva realidad, para definir un nuevo estilo de crecimiento. En efecto, en 2015 estableció un programa de ciencia y tecnología con miras

a 2025, conocido como “*Design en China*”, lo que implicó, volver al sector tecnológico el eje de la transformación. A este programa, China le empezó a canalizar más recursos, para alcanzar su objetivo de depender cada vez menos de la economía internacional.

Con este objetivo en mente, China busca su transformación estructural que va hacia el mercado interno y a su nuevo motor de la economía, expresado en el consumo agregado. Esta pretendida transformación estructural de su base productiva ha impactado a su comercio exterior, el cual pasó de llegar a representar hasta el 60% de su PIB en algún momento, a solo el 30% en años recientes; mientras que el consumo interno, se ha incrementado en la misma medida al igual que la inversión en formación bruta de capital (FBK).

En ese sentido, en este manuscrito se analizan las variables más importantes de la innovación, así como el gasto en educación, la inversión en FBK y los productos de exportación, partiendo de la premisa de que ha sido la innovación el factor determinante del crecimiento económico de China. Las preguntas que estructuran esta investigación son: ¿existe coherencia entre el crecimiento en innovación y el comercio?, ¿es real el cambio de política estructural a un consumo interno mayor en relación con su comercio exterior?, ¿el gasto en educación y la inversión en innovación están siendo redituables en los últimos años? y ¿cuál es la relación entre el crecimiento económico y la innovación en China? A priori se infiere que China se encuentra en el sendero del crecimiento económico de largo plazo, sobre la base de su inversión en innovación.

El artículo se compone de esta introducción y los siguientes apartados: el primero, analiza las variables macroeconómicas clave que, acorde a la teoría del crecimiento tradicional, explicarían el crecimiento económico chino; un segundo apartado, analiza la relación propiamente entre la innovación y el crecimiento económico de China, expresado en la base productiva y de exportación de productos tecnológicos chinos; un tercer apartado, describe lo realizado en materia de crecimiento liderado por la innovación en China en lo que va del siglo XXI y el cuarto, analiza los desafíos que enfrentará China de cara al futuro, en su pretensiones de alcanzar sus metas de crecimiento y desarrollo económico en el futuro mediato. El artículo, termina con un apartado de conclusiones, en las que sintetiza los hallazgos y resultados.

2. En búsqueda de un modelo de crecimiento económico para China

Histórica y teóricamente, al menos desde el punto de vista económico, hablar de crecimiento económico, es hablar de un cúmulo de factores que diversos

teóricos del crecimiento económico han analizado a lo largo de la historia económica y del pensamiento económico, particularmente de los países capitalistas, aunque también en el sistema socialista se buscó alcanzar dicho objetivo.

En este sentido, en este artículo se analiza el rol de la variable innovación como factor de influencia en el crecimiento de China en el tiempo, ello sin olvidar que existen más variables como la producción nacional, la tasa de ahorro y la dotación de capital fijo o la población, que inciden en el crecimiento. Baumert *et al.* (2016) señalan que autores como F. Harrod (1939), E. Domar (1946), y Robert Solow (1956), consideraron a estas variables en sus respectivos modelos de crecimiento económico.

Porter (1990), Barro (1991); Mankiw, Romer y Weil (1992); Young, (1994a) y Barro y Sala-i-Martin (1991 y 1995) reconocieron y tomaron en cuenta no solo las variables que incluyó Solow en su modelo de crecimiento exógeno sino además agregaron el proceso tecnológico endógeno como variable de análisis, sobre todo en estudios de largo plazo. Con ello, enriquecieron el análisis al incluir más elementos para tratar de describir de una manera óptima el crecimiento económico de una nación.

Bajo estas consideraciones, la función *Cobb-Douglas* permite justificar el tipo de variables macro a utilizar y así poder hacer la extensión del modelo de Solow (1956) y potenciar dichos modelos con una variación del análisis que realiza Barro y Sala-i-Martin (1995) en las que se examinan las variables, stock de capital físico, coeficiente de apertura externa y formación de capital humano como descriptivas del crecimiento económico.

En ese sentido se destaca que la relación entre innovación y crecimiento económico ha sido históricamente estudiada en la literatura económica. En el contexto del presente análisis, tres variables se consideran fundamentales para explicar el crecimiento económico en China: la inversión en investigación y desarrollo (I+D), el grado de apertura comercial y la formación de capital humano.

La inversión en I+D, como destaca Romer (1990) en su modelo de crecimiento endógeno, impulsa la innovación tecnológica, mejorando la productividad y sentando las bases para un crecimiento económico sostenido. En el caso de China, este efecto se refleja en su transición hacia sectores de alta tecnología y una economía basada en el conocimiento. Por otro lado, el grado de apertura comercial permite acceder a mercados internacionales, incrementar la competitividad y aprovechar economías de escala, factores que han sido determinantes en el crecimiento de China desde su integración en la economía global.

Asimismo, la formación de capital humano, como señala Barro (1991), mejora la capacidad de adaptación tecnológica y la productividad laboral. Las políticas de China para aumentar la inscripción en la educación terciaria han sido esenciales en este proceso. Estos elementos son los que se toman en cuenta para la elección de las variables del modelo y su relevancia para entender el crecimiento económico del país.

Desde un punto de vista de los métodos econométricos que se utilizarán, se emplearán los de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Modelos Lineales Generalizados (MLG) ya que, desde nuestro punto de vista, son los más apropiados para analizar las relaciones entre estas variables y el crecimiento económico. El método MCO es útil para estudiar relaciones lineales, siempre que se cumplan los supuestos clásicos, mientras que el MGL (GLM en adelante) permite una mayor flexibilidad al abordar problemas como la heterocedasticidad. Con ello estos modelos ofrecen un marco sólido para examinar cómo las políticas de innovación tecnológica y apertura económica han influido en el desarrollo económico sostenido de China.

En ese sentido, el siguiente, es el modelo que expresa a las variables más relevantes que inciden en la relación entre el crecimiento económico y la innovación (1).

$$y_{t1} = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \mu + \varepsilon \quad (1)$$

El que es descrito como:

y_{it} = Tasa de Crecimiento Económico, x_1 = Stock de Capital Físico, x_2 = Coeficiente de Apertura Externa, x_3 = Formación de Capital Humano. El análisis econométrico realizado para evaluar la relación entre el crecimiento económico y las variables de innovación en China ha sido ajustado para mejorar la validez de los resultados (véase tabla 1). Inicialmente, los modelos de MCO consideraron las variables que incluyeron Harrod-Domar y Solow, pero ampliados, al incluir otras variables de interés, expresadas en los GLM. Sin embargo, estos también presentaron problemas de heterocedasticidad, autocorrelación y normalidad en los residuos, lo que comprometía la robustez de las estimaciones (véase anexo 1).

Para garantizar la validez del modelo y el cumplimiento de los supuestos econométricos, se realizaron diversas pruebas estadísticas. Inicialmente, se evaluó la presencia de autocorrelación en los residuos mediante la prueba de Durbin-Watson, cuyo resultado (DW = 1.1288, p-valor = 0.0014) indicó

autocorrelación positiva. Para corregir este problema, se implementó un modelo con errores autorregresivos de orden 1 (AR(1)) a través del método de GLS, lo que permitió mejorar la estructura de los residuos.

Asimismo, se efectuó la prueba de *Breusch-Pagan* para detectar heterocedasticidad, obteniendo un p-valor de 0.0145, lo que sugiere que los residuos no presentan varianza constante. Para mitigar este efecto, se aplicaron errores estándar robustos de White en la estimación final del modelo.

En cuanto a la normalidad de los residuos, la prueba de *Shapiro-Wilk* arrojó un p-valor de 0.0098, indicando que los residuos no seguían una distribución normal. Para corregir este problema, se implementó la transformación de Box-Cox, obteniendo un valor óptimo de $\lambda=2$, lo que llevó a la transformación cuadrática de la variable dependiente. Como alternativa, se probaron otras transformaciones como logaritmo, raíz cuadrada y raíz cuarta, sin embargo, la transformación de orden cinco ($\sqrt[5]{y_{t1}}$) resultó ser la mejor opción, logrando mejorar la normalidad de los residuos de acuerdo con la prueba de *Anderson-Darling* con p-valor=0.0099 (ver análisis en <https://rpubs.com/samidlimon/crechixxi>).

Tabla 1
Coeficientes de los modelos

Variable	Estimación	Error Estándar	Valor t	p-valor
a	1.4303	0.1623	8.8141	7.82e-09***
x_1	0.0101	0.0085	1.1938	0.2447
x_2	0.0023	0.0017	1.3741	0.1827
x_3	-0.1093	0.0453	-2.4144	0.0241 *

Nota: *** p<0.001, ** p<0.01, * p<0.05
Fuente: elaboración propia.

Con la transformación aplicada, el modelo ajustado presenta una mejora en la normalidad de los residuos y en la estabilidad de los coeficientes. Los resultados indican que la formación de capital humano (x_3) tiene un impacto negativo y significativo en el crecimiento económico. Este resultado es contrario a lo esperado por la teoría económica, por lo que requiere un análisis más profundo. Una posible explicación es que, en el contexto de China, el

gasto en educación y formación de capital humano, aún no se traduce de manera inmediata en productividad y crecimiento económico, lo que podría deberse a un desajuste entre la oferta de mano de obra calificada y la demanda del sector productivo.

Por otro lado, el coeficiente de apertura externa (x_2) muestra una relación positiva y significativa con el crecimiento económico, lo que confirma que la integración de China en los mercados internacionales ha sido un motor clave de su expansión económica en las últimas décadas. Este resultado es consistente con la literatura existente, que destaca el papel del comercio internacional y la Investigación Extranjera Directa IED en la industrialización y modernización del país.

En este mismo contexto, el *stock* de capital físico (x_1) no presenta un coeficiente significativo en el modelo final, lo que propone que la inversión en infraestructura y bienes de capital ha alcanzado un punto en el que su efecto marginal sobre el crecimiento económico es menos pronunciado. En otras palabras, la economía china podría estar en una fase donde la acumulación de capital físico ya no es el principal motor del crecimiento, sino que otros factores, como la innovación y la eficiencia tecnológica, han comenzado a jugar un rol más determinante (véase tabla 1).

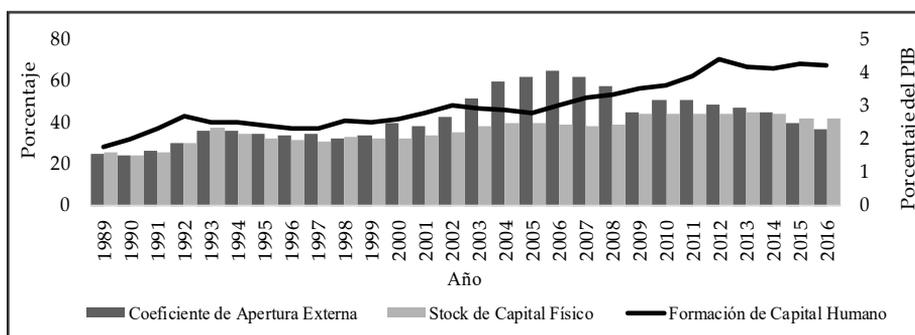
Con ello estos resultados refuerzan la idea de que China está en un proceso de transición hacia un modelo económico basado más en la innovación y menos en la inversión en capital tradicional. Sin embargo, la evidencia empírica sugiere que aún existen desafíos en la conversión de la inversión en educación y tecnología en incrementos tangibles de productividad y crecimiento económico. Ante la inconsistencia del modelo inicial, MCO y GLM¹ se buscó hacer una correlación entre las variables más *ad-hoc* como lo marca la nueva teoría del crecimiento, sin embargo, los resultados tampoco fueron significativos.

Esto se pudo verificar a través del estadístico Chi Cuadrada (véase anexo 1). En ese sentido Grossman y Helpman (1991), Romer (1990), Young (1994b), y de forma muy extensa, Lucas (1988) agregan al capital humano como un determinante del crecimiento, pero Grossman y Helpman (1991) ven al capital humano como el *stock* de conocimientos y la acumulación del capital humano, como determinantes; Romer (1990) lo ve como una variable endógena y que depende de una toma de decisiones; Lucas (1988) y Young (1994^a) hablan del capital humano como el aprendizaje, el cual estaría limitado en cada bien a un periodo de tiempo determinado.

¹ Ver análisis completo en <https://rpubs.com/samidlimon/crechixxi>.

Debido a lo descrito anteriormente, ambos métodos de modelado no fueron significativos, dado que en el trabajo, se buscaba hacer una versión ampliada usando variables macroeconómicas en función a los porcentajes de crecimiento del PIB; es por ello que, a continuación, se muestra la descripción de los datos de las variables *stock* de capital físico (SCF), coeficiente de apertura externa (CAE) y formación de capital humano (FCH) de China dando como resultado que cuando se toman en cuenta estas tres variables, se observa algo similar a lo anterior. Existe crecimiento en prácticamente todas ellas (ver figura 1), sin embargo, se destaca que cuando mayor crecimiento en su historia ha tenido, es cuando tuvo una mayor apertura externa. Otro dato para resaltar, dentro de la figura 1, es la inversión que ha tenido en este país la FCH, pues prácticamente en la última década, le ha dedicado más del 4% de su PIB a este sector.

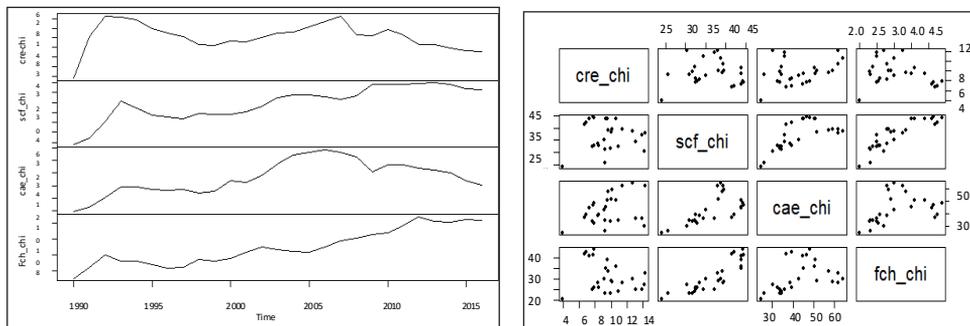
Figura 1
Participación de variables de China, en proporción al PIB, 1989-2018



Fuente: elaboración propia con base en Banco Mundial (2024).

En lo que respecta al análisis, en la figura 2, se presenta la serie de tiempo de las cuatro variables de China, esto con la finalidad de evidenciar su comportamiento para su análisis.

Figura 2
Serie de tiempo y relación de las variables macroeconómicas de China



Fuente: elaboración propia, con el software de Open Sours R Core Team (2013).

La tabla 1, hace referencia a los modelos de crecimiento en cuanto al *stock* de capital físico, coeficiente de apertura externa y FCH. Se observa que, en algunos casos se comportan con signo negativo, lo que sugiere que son menos significativas para el crecimiento del país. Cabe hacer la aclaración que, el modelo creado es una variación del modelo de Barro, Sala i Martin (1995) pues no se toma en cuenta la variable desarrollo tecnológico, en principio de cuentas porque se visualiza crear un índice para tener una mejor perspectiva de los datos.

Finalmente, en este apartado se da un panorama *grasso modo* de los modelos de crecimiento de desarrollados por algunos de los autores más destacados del área. Ello, llevó a realizar un análisis más puntual de las variables a trabajar, así como de su comportamiento actual. No obstante, en este análisis, no se tomó en cuenta a la pandemia por razones obvias que tienen que ver con el crecimiento.

3. Evolución de la innovación en China

Con lo anterior, queda evidenciado que el crecimiento económico de China responde a una situación multifactorial, por lo que modelar su crecimiento económico con algunas variables que la teoría tradicional y nueva del crecimiento sugiere, solo explican parcialmente lo que influye en su crecimiento. Para subsanar esta situación, se recurrió al manual de Frascatti de la (OCDE) el cual incluye algunas de las variables más representativas de la innovación y su incidencia en el crecimiento económico.

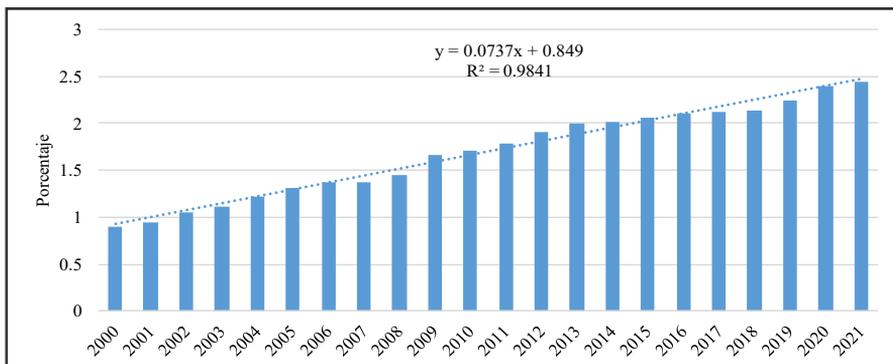
Obviamente, para hacer más operativo y pertinente el uso de dicho manual, este estudio se centrará en el análisis del comportamiento de las

variables más importantes de la innovación, así como una posible explicación al crecimiento de China y a su comportamiento de su economía doméstica como se mencionó en la introducción de este documento.

En ese sentido en la figura 3 se destaca el comportamiento del gasto invertido en I+D de China en el siglo XXI, el que básicamente es descrito por una ecuación de regresión positiva de la forma $y=bx+a$ y con un ángulo pendiente de 0.0737 lo que nos indica que existe crecimiento sostenido, un intercepto de 0.0849 habla por sí solo del grado de corte con el eje y , situación que se interpreta con el hecho de que hacer que el punto de corte está por encima del 0 quiere decir que existen elementos sustanciales para cambiar una tendencia a lo largo de tiempo. Lo anterior se ve respaldado por un coeficiente de determinación del 98.41%. En ese marco de ideas, China ha logrado incrementar su gasto en 20 años casi en 4 veces lo que hace que se infiera que este rubro es muy importante para la nación, y en ese mismo sentido ha venido escalando peldaños en el *ranking* mundial de los países que más invierte hasta estar ahora en el *top 20* (véase tabla 2).

Si bien es cierto que en la ecuación de la sección anterior aparentemente las variables en conjunto no muestran mucha relación, cuando se examina este conjunto de variables entonces dan un peso específico a las anteriores, lo que se traduce en la importancia que tiene este rubro para China.

Figura 3
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).



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

Con respecto al dinero en cuenta corriente que China le dedica a I+D, el comportamiento de este es mejor descrito por una ecuación polinomial de

grado 2 pues su ajuste es mucho mejor que el de grado 1 y en la figura 4 se destaca el coeficiente de determinación con un 99.04% lo que indica que se acerca mucho a la realidad del modelo pronosticado; esto por un lado, empero desde el punto de vista de la teoría económica que acompaña este análisis permite inferir que a pesar de ser el país número 18 por porcentaje de PIB, el tamaño de su economía ha venido creciente a un ritmo que también se ve reflejado en este sector, situación que era de esperarse pues el modelo económico en el que China centró su atención, es el que más dinero agrega a la arcas de un país.

Si se hace un análisis de los recursos reales monetarios que China destina a la innovación, se observa que el crecimiento es de 1.2 veces en promedio cada año, particularmente entre el año 2000 al 2010 le dedico 9.64 veces más dinero a este sector y casi 40 veces más en los 20 años que van del siglo. Situación que habla por sí sola de la importancia que tiene el sector para China, y al mismo tiempo justifica este dato parte de este estudio, pues sin duda en su modelo de desarrollo, avanza en gran medida por la importante suma de recursos que en gasto en I+D le inyecta.

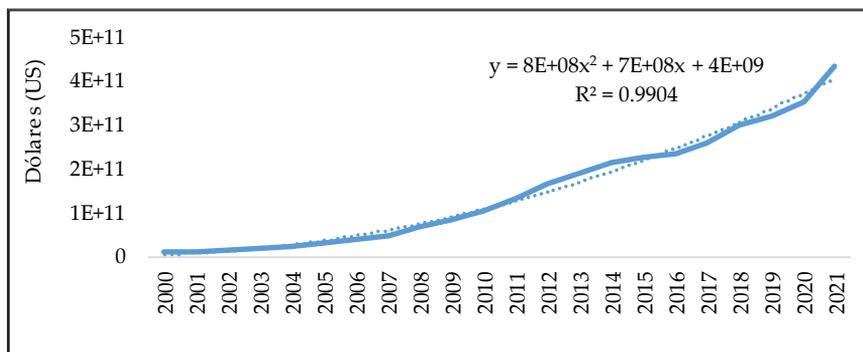
Tabla 2

Ranking de los países que más porcentaje de su PIB le dedican a I+D, 2021

Ranking	País	% del PIB a I+D
1	Israel	5.43561983
2	Corea	4.81449986
3	Suecia	3.52722001
4	Bélgica	3.47720003
5	Estados Unidos	3.45018005
7	Japón	3.26317
8	Austria	3.20128012
9	Alemania	3.14425993
12	Dinamarca	2.96153998
18	China	2.40092993
72	México	0.30096

Fuente: elaboración propia, con base en Banco Mundial (2023a).

Figura 4
Dinero de China en I+D a precios actuales (US)

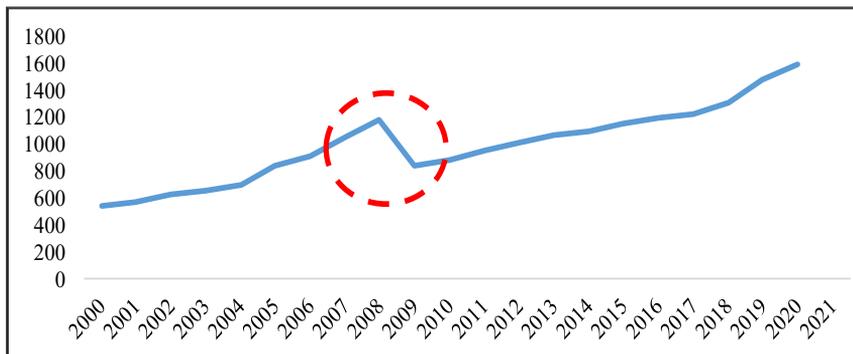


Fuente: elaboración propia con datos de Banco Mundial (2023).

Desagregando un tanto algunos de los componentes de la innovación, se tiene que la cantidad de investigadores (figura 5) se muestra el comportamiento en evolución de la cantidad de investigadores con los que cuenta China, esto desde las estadísticas del Banco Mundial, y haciendo la aclaración de que la figura se encuentra graficada por millón de personas.

Algo que se observa en esta figura 5, es un crecimiento sostenido en el periodo con la particularidad de una caída de investigadores en el año 2009, caída explicada por la crisis financiera mundial, la cual aparentemente no afectó a muchas de las variables macroeconómicas de China, empero en la dedicación y cantidad de investigadores sí repercutió, pues algunos de ellos al ver la situación, decidieron dedicarse a otra cosa para salir adelante y es esa la descripción de ese choque estructural señalado, pero en lo general, se podría concluir que en el periodo, se observó un crecimiento sostenido.

Figura 5
China: Investigadores dedicados a I+D (por cada millón de personas)



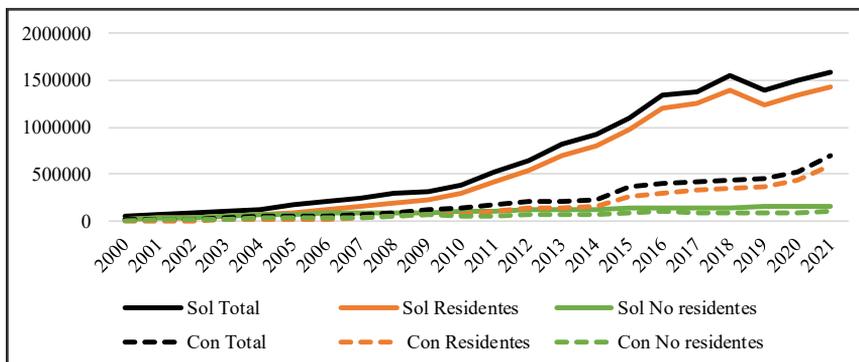
Fuente: elaboración propia con datos de Banco Mundial (2023).

Otra variable de alta importancia a la hora de estudiar a la innovación de un país son las patentes. En la figura 6 se hace un análisis por las patentes solicitadas y concedidas tanto de nacionales como de extranjeros y el total de ambas. Lo anterior obedece a un análisis purista donde primero se analizan por separado, en este caso residentes y no residentes, y después en conjunto para dar un panorama más real de lo que es para China el comportamiento de las patentes.

En esta figura, se observa como la política doméstica china de beneficiar más a sus connacionales ha funcionado y en todos los casos las líneas completas son mayores que las líneas entre cortadas, así como cuando se unen la cantidad de patentes solicitadas en total llegan a poco más de 1.6 millones de patentes para un sólo año.

Esta variable, si bien es cierto no es única, si es muy certera al momento de medir el crecimiento y el desarrollo de un país, pues como se sabe por diversos organismos son las patentes en el área donde se encuentra el valor agregado de lo creado nacionalmente.

Figura 6
Patentes de China, solicitadas y concedidas en el periodo 2000-2022



Fuente: elaboración propia con datos de Banco Mundial (2023c,d) y WIPO (2023).

Un punto para destacar más, es que, desde el ingreso de China a la Organización Mundial del Comercio OMC en 2001, se han realizado una serie de reformas destinadas a liberalizar su comercio y atraer inversión extranjera. Estas reformas han reducido significativamente las barreras arancelarias y han facilitado el acceso de las empresas chinas a mercados internacionales (WTO, 2021). Como resultado, la apertura comercial se ha convertido en un motor fundamental para el crecimiento económico del país, impulsando la modernización industrial y la adopción de nuevas tecnologías (Rodrik, 2018). En este sentido, estudios previos han demostrado que la liberalización comercial puede fomentar la innovación al exponer a las empresas nacionales a la competencia global, incentivándolas a mejorar su productividad y capacidad tecnológica (Akcigit *et al.*, 2018).

En el caso de China, esta dinámica ha permitido que el país transite de un modelo de crecimiento basado en manufactura intensiva en mano de obra hacia uno centrado en el desarrollo de sectores de alto valor agregado. La competencia internacional ha obligado a las empresas chinas a invertir en I+D para mantenerse competitivas, lo que ha derivado en un aumento significativo en la producción de patentes y en la adopción de tecnologías avanzadas (Fu, *et al.*, 2016). Sin embargo, algunos estudios sugieren que el impacto de la liberalización comercial sobre la innovación puede ser heterogéneo, dependiendo de factores como el nivel de desarrollo de las empresas y la disponibilidad de infraestructura tecnológica (Bloom, *et al.*, 2019).

Con lo anterior se da un panorama del comportamiento de algunas variables clave desde el punto de vista de la innovación, para buscar explicar

de mejor manera que sucede con el fenómeno del crecimiento económico de China en lo que va del siglo XXI, un siglo y periodo de cambios, crisis y pandemias, difícil de computar, empero, hasta aquí ya se creó una extensión de un modelo de crecimiento que no es significativo como tal y se da evidencia del comportamiento de variables. A continuación, en el siguiente apartado, también se toma otro set de variables para su análisis y su busca hacer un análisis multidimensional del comportamiento de estas.

4. Primer cuarto del siglo XXI, un periodo de consolidación económico China

Por otro lado, el siglo XXI ha traído una serie de eventos poco comunes para el mundo, por una parte el ingreso de China a la Organización Mundial del Comercio (OMC) en 2001 ha sido uno de los puntos de inflexión para el crecimiento del país, por su expansión comercial y de servicios; la crisis financiera internacional de 2007-2009 que cambio las reglas de juego en cuanto a inversión y crecimiento; la crisis de oferta y demanda que propició la llegada de la pandemia de la COVID-19 en 2020, que desestabilizó al mundo y que hizo que las grandes economías cayeran de forma repentina, así como la rápida recuperación y crecimiento que se vio en algunas economías en 2021 y 2022, son algunos de los fenómenos que las primeras dos décadas del siglo XXI se han presenciado.

De los eventos registrados en el primer cuarto del siglo XXI, sin duda destacan las dos crisis, la financiera de 2009 y la de la COVID-19 en 2020, las cuales ponen en entredicho cualquier modelo de crecimiento, pues en su mayoría se presentarán choques estructurales bastantes difíciles de explicar desde el punto de vista no solo económico sino lógico, por lo que se necesitarán técnicas factoriales de panel dinámicos para ello o modelos de orden espacial, que en este trabajo no se enfatiza al respecto, pero si se da un panorama de las variables de mayor incidencia en la innovación de China.

En consecuencia y siguiendo con el apartado anterior, en este se explica el comportamiento de la FBK, el gasto en educación del país, el comportamiento de la IED tanto de entrada como de salida. Estas variables, permitirán ofrecer un análisis más robusto con las correlaciones que existen entre estas variables, así como desmenuzar el final del siglo XX y las dos primeras décadas del presente, que han sido marcadas por los hechos mencionados.

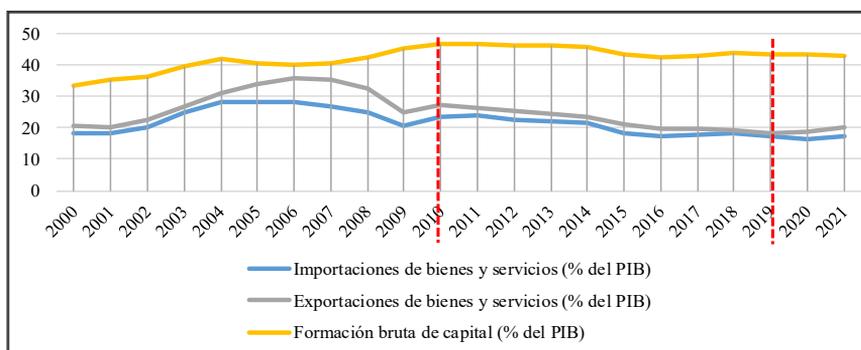
En ese contexto, en relación con los años recientes, variables como gasto en educación, inversión en I+D, IED *inward* y *outward*, FBK, etcétera han

jugado y jugaran un papel importante en el desempeño del modelo económico chino y así como en su actuar ante el mundo en sentido comercial, y de servicios. En la figura 7, se muestra el comportamiento de tres variables que son importantes para los fines de este trabajo: exportaciones, importaciones y FBK en el periodo 2000-2021. En este periodo el comportamiento de la FBK osciló entre el 42% y el 45%. Del comportamiento de dichas variables, se deduce que la FBK parece que ordena el comportamiento de las exportaciones e importaciones de China.

Una deducción que se hace de la misma figura es su comportamiento, pero desde el lente macro, en la figura es evidente el decrecimiento de las importaciones y exportaciones de China a partir del 2010 y como la FBK se estabiliza pero muy por encima, esa situación se interpreta en el sentido que el país cada vez ha centrado menos su atención en su comercio exterior y poco a poco se ha venido centrando en una política nacional más doméstica, situación que se plasmó desde el XIII plan quinquenal, 2016-2020 que buscó concentrar más al país en el mercado interno para desarrollarse y hacer depender al crecimiento principalmente de la demanda interna.

Figura 7

Comparación de variables de comercio e inversión de China, 2000-2021



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

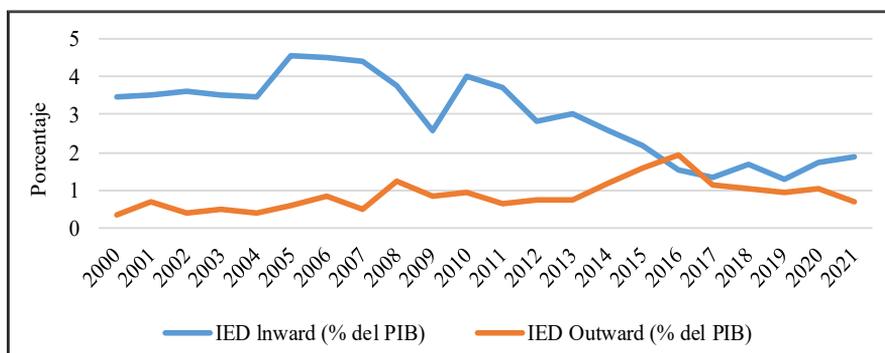
En ese sentido, la IED ha desempeñado un papel fundamental en el crecimiento económico de China, tanto en *inward* como en *outward*. Durante las últimas décadas, China ha sido uno de los principales receptores de IED a nivel mundial, atrayendo capital extranjero que ha facilitado la transferencia de conocimientos, la modernización del sector manufacturero y el fortalecimiento de las cadenas de valor globales (UNCTAD, 2022). Es por ello

que, algunas investigaciones han señalado que la IED *inward* ha sido significativa para la mejora de la productividad en China, permitiendo la adopción de tecnologías avanzadas y mejores prácticas de gestión empresarial (Yang, 2024).

En contraste, la IED *outward* ha emergido como una estrategia en la política económica de China, particularmente a través de la iniciativa de la Iniciativa del Cinturón y la Ruta (BRI); a través de esta estrategia, empresas chinas han invertido en infraestructura, energía y manufactura en diversas regiones del mundo, buscando diversificar sus fuentes de ingresos y asegurar el acceso a recursos estratégicos (Buckley *et al.*, 2007). La expansión global de las empresas chinas ha permitido la adquisición de tecnologías avanzadas y el fortalecimiento de su capacidad innovadora, consolidando su posición en sectores estratégicos como la inteligencia artificial y la manufactura de alta tecnología (Luo *et al.*, 2020).

El comportamiento de la IED de China (véase figura 8) refleja las transformaciones estructurales de su economía. En cuanto a la IED de entrada (*inward*), esta ha mostrado una disminución progresiva, atribuida al cambio estratégico hacia un crecimiento impulsado por el mercado interno y la innovación tecnológica (Wildsmith, 2024). Por otro lado, la IED de salida (*outward*) ha crecido de manera sostenida, lo que evidencia el interés de China por fortalecer su presencia global, adquirir tecnologías avanzadas y asegurar recursos estratégicos (Peng, 2011). Así, la combinación de menor dependencia de capital externo y un aumento de inversiones chinas en el extranjero refleja una doble estrategia: consolidar su mercado doméstico e internacionalizar su economía a través de la innovación y la expansión de empresas de alto valor agregado.

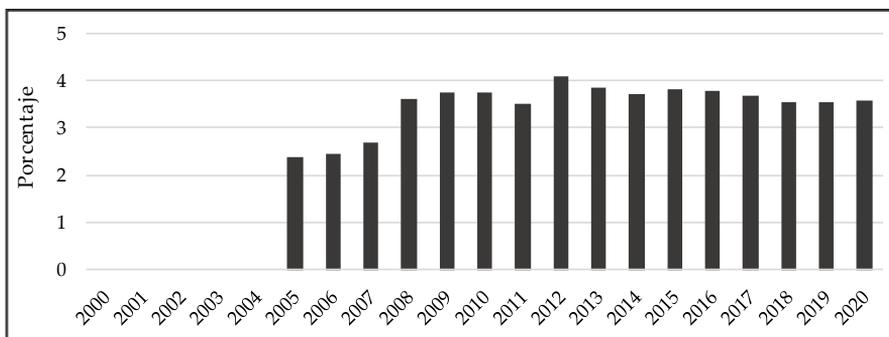
Figura 8
IED *inward* y *outward* de China en el siglo XXI



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

Otra variable que se analiza en este apartado es el gasto en educación, el cual es una variable esencial desde el punto de vista de análisis de la innovación, pues es la que aporta el capital intelectual al país, y por ende su análisis estructural es importante, más adelante se harán las correlaciones pertinentes entre las variables para hacer notar el grado de convergencia entre una y otra. En efecto, en lo que respecta a la figura 9, es importante mencionar como el gasto a principios de siglo estaba por debajo del 2% con respecto a su PIB y como este ha venido evolucionado hasta alcanzar el 4% (como en 2012) y como este se ha mantenido a lo largo de los últimos años, lo que expresa la importancia que le otorga China a dicha variable.

Figura 9
Evolución del gasto público en educación, total (% del PIB)



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

5. Desafíos de la innovación en China

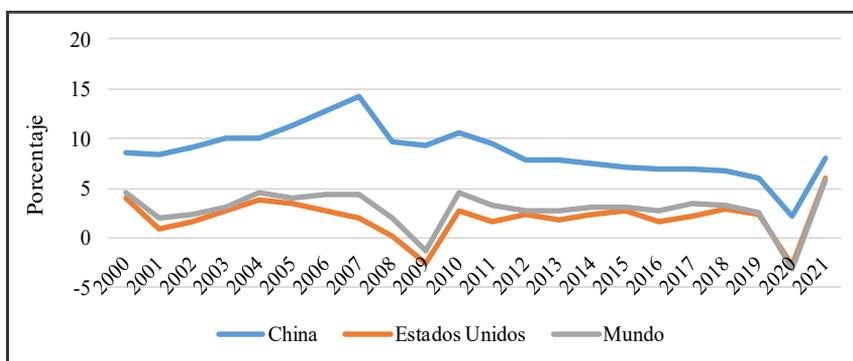
Por otro lado, es importante hablar de los desafíos que se prevé, tendrá China en la tercera década del siglo XXI, pues si bien es innegable que esta década comenzó con una pandemia jamás vista, lo cierto es que actualmente el mundo se encuentra en un punto de inflexión por las configuraciones sociales, políticas y económicas que se han venido presentando: pandemias, guerras, crisis en el último eslabón de la cadena de suministros, etcétera.

En ese contexto, la mayoría de los países disminuyeron la tasa de crecimiento que venían experimentando año con año, debido a que en este momento no se cuenta con certidumbre económica por los acontecimientos económicos, políticos, sociales y militares que se presentan aún en este año 2023;

guerra de Ucrania contra Rusia, desaceleración económica, efectos del cambio climático, guerra tecnológica entre China y Estados Unidos de América, etcétera.

La figura 10, muestra la evolución del crecimiento de China, EUA y el Mundo, en esta figura, destaca la tasa de crecimiento económico de China, pero asimismo, muestra el impasse en que estuvo en la segunda década del actual siglo; si a esto le agregamos la inestabilidad comercial mundial, presente en el mundo desde 2018 con el conflicto comercial con Estados Unidos; el fenómeno inflacionario mundial presente desde finales de 2021, más la extensión e irresolución de la guerra Rusia-Ucrania; en conjunto, derivan en un escenario poco favorable para la economía global y de China, lo que obliga a los países a salvaguardar el crecimiento previo.

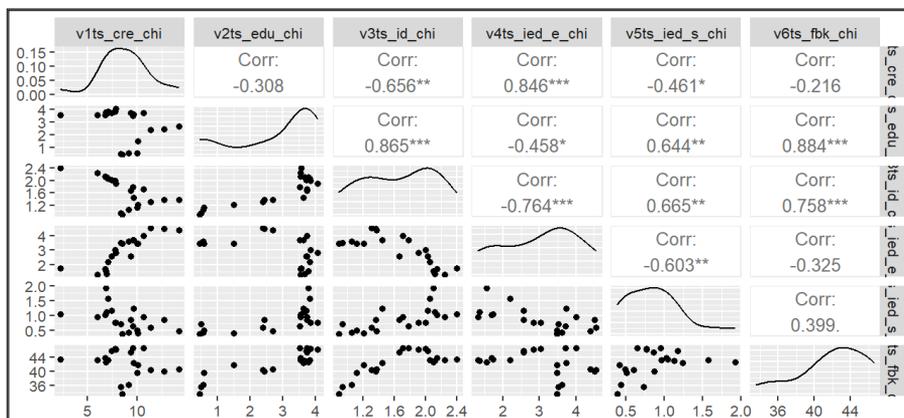
Figura 10
Evolución del crecimiento económico, 2000-2021



Fuente: elaboración propia con base en Banco Mundial, 2023.

En ese contexto, en este apartado se analizan las variables determinantes que inciden en la relación entre crecimiento e innovación en China. En efecto, en la figura 11 se muestra el resumen de las correlaciones y sus gráficas, así como el análisis diferenciado, donde se analizan las variables entre ellas, así como su comportamiento para determinar la normalidad de los datos y la potencia de estas, para así realizar las correlaciones respectivas. En este sentido, se agregan tablas anexas, en las que se puede ver el código, así como el valor de las variables usadas.

Figura 11
Resumen de correlaciones entre las variables de estudio

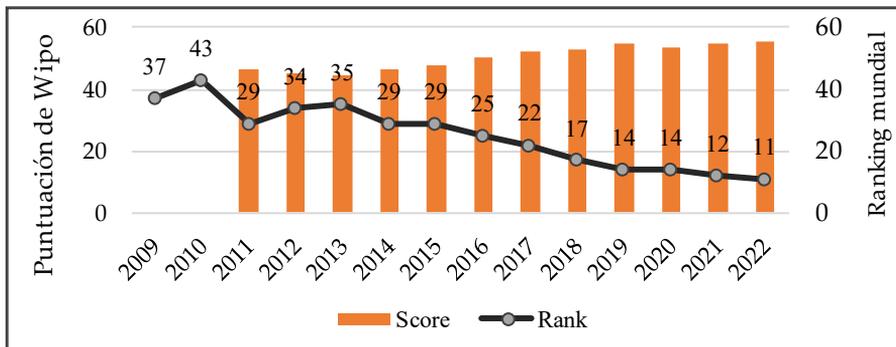


Fuente: elaboración propia con el *software de Open Sours R Core Team* (2013).

El análisis correlacional presentado en la figura 11 evidencia relaciones significativas entre las variables del estudio. Destaca la fuerte asociación positiva entre la inversión en educación y la I+D, lo que respalda la hipótesis de que una fuerza laboral altamente calificada potencia los procesos de innovación. Asimismo, la IED *outward* muestra una correlación positiva relevante con la I+D, lo que sugiere que las inversiones chinas en el extranjero han buscado captar tecnologías y conocimientos estratégicos para fortalecer su desarrollo interno (Luo & Tung, 2018). Por otro lado, la IED *inward* mantiene su relación positiva con el crecimiento económico, reafirmando que, aunque China busca reducir su dependencia externa, sigue aprovechando flujos de capital que nutren sectores estratégicos. Finalmente, la FBK se asocia de manera consistente tanto con la educación como con la I+D, lo que confirma su papel como pilar fundamental en la transformación económica de China.

En efecto, desde el punto de vista de la relevancia de la innovación, en tanto determinante del crecimiento económico en comparación con otros países altamente competitivos, se observan en el Índice Global de Innovación, creado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, en inglés), los principales aspectos que tienen que ver con la innovación, así como el dinero que invierten los países en ese rubro. En la figura 12, se expresa el avance que ha alcanzado China en dicho *ranking* mundial al avanzar casi diez puntos en una sola década, al pasar de 46.53 en 2011 a 55.3 en 2022.

Figura 12
Score y *ranking* de China en el Índice Global de Innovación, 2009-2022.



Fuente: elaboración propia con base en WIPO (2024).

En la misma figura 12, se observa, en el eje secundario, el comportamiento del ranking mundial que también le da WIPO a los países con relación a su índice, donde se destaca que en 2010 China ocupaba el puesto 43° y para 2022 ocupa ya el 11°. Dicho avance, expresa dos cosas: por un lado, que China no ha dejado de invertir en este rubro, y que genera capital de alto valor agregado; y, por otro lado, que algunos países a partir de la pandemia, buscando una más rápida recuperación económica, dejaron este rubro de lado y que canalizaron su gasto en rubros de incidencia social para paliar la crisis económica generada por las medidas anti pandemia.

Con lo anterior, en el presente estudio se refuerza la importancia de la apertura comercial y la IED en el desarrollo económico de China. La evidencia sugiere que estos factores han sido esenciales en la transformación del país hacia una economía basada en la innovación, al facilitar la adquisición de nuevas tecnologías y fomentar la competitividad de sus empresas en el mercado global (Fu y Gong, 2011).

Sin embargo, el impacto de estos factores no es uniforme en todos los sectores y regiones de China. Mientras que algunas industrias han logrado capitalizar la apertura comercial para mejorar su productividad e innovación, otras han enfrentado mayores desafíos debido a la dependencia de sectores de bajo valor agregado y a la falta de infraestructura para absorber tecnologías extranjeras (Ding *et al.*, 2022).

Además, la combinación de políticas de promoción de la innovación con una estrategia de internacionalización a través de la IED ha generado un

modelo de crecimiento dinámico, pero también ha expuesto a China a nuevos retos en términos de regulación y seguridad económica (Ross y Fleming, 2023). La creciente competencia en sectores estratégicos como la tecnología y la inteligencia artificial ha llevado a un endurecimiento de las políticas comerciales por parte de algunas economías desarrolladas, lo que podría afectar el ritmo de crecimiento de la IED china en el futuro (Huang *et al.*, 2020).

6. Conclusiones

En el artículo se demostró que la innovación, expresada en las variables clave del manual de Frascati, es un factor importante en el crecimiento económico de China, ello, aunque históricamente se le consideraba una variable exógena dentro de los modelos tradicionales de crecimiento económico.

La insuficiencia de los enfoques iniciales para explicar la relación entre tecnología e innovación con el crecimiento económico originó la presente investigación, la que, sin desechar los aportes de las teorías clásicas y neoclásicas del crecimiento, buscó una aproximación más adecuada, mediante el análisis de variables relacionadas con la innovación, como el gasto en I+D, la formación de capital humano y la apertura externa.

El objetivo de esta investigación fue, analizar el impacto de estas variables sobre el crecimiento económico de China, evaluando si el modelo de desarrollo basado en la innovación ha sido efectivo y si el país ha logrado consolidar su transición hacia una economía de alto valor agregado. Para comprobar las hipótesis de investigación, se hizo uso de la técnica econométrica.

A través de un enfoque econométrico, se ajustaron modelos para mejorar la validez de los resultados, incorporando transformaciones estadísticas y pruebas de robustez. Los resultados evidenciaron que el coeficiente de apertura externa sigue desempeñando un papel fundamental en el crecimiento económico chino, mientras que la formación de capital humano mostró una relación negativa inesperada, lo que sugiere la existencia de desafíos estructurales en la transición hacia un modelo de crecimiento impulsado por la innovación.

En términos metodológicos, este estudio permitió dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Primero, se confirmó que existe coherencia entre el crecimiento de la innovación y la evolución del comercio exterior de China, destacando que el valor agregado de los productos, impulsado por la innovación, ha sido determinante en su competitividad tanto en el mercado doméstico como en el internacional. Segundo, se observó que la inversión

en los determinantes de la innovación, particularmente en educación, I+D y FBK, se traduce en mejoras en la producción de bienes y servicios, aunque su impacto sobre el crecimiento económico está directamente relacionado con la asignación de recursos y la estructura del mercado laboral.

Para abordar las limitaciones identificadas en los modelos tradicionales, se propuso la construcción de un índice que integrara mejor los determinantes de la innovación y su relación con el crecimiento económico. La aplicación de este índice permitió identificar patrones más sólidos en la vinculación entre la inversión en innovación y la dinámica del PIB chino, contribuyendo a una interpretación más precisa del proceso de transformación económica del país.

Estos resultados refuerzan la importancia de una estrategia sostenida de inversión en innovación y formación de capital humano como pilares del crecimiento económico de China. A pesar de las fluctuaciones en la contribución del *stock* de capital físico y la apertura comercial, los resultados sugieren que una combinación de políticas públicas orientadas a la consolidación de sectores de alto valor agregado, el fortalecimiento del ecosistema de investigación y desarrollo, y la mejora en la capacitación de la fuerza laboral podrían optimizar el impacto de la innovación sobre el crecimiento a largo plazo. Esto implica que los esfuerzos del gobierno chino por reducir su dependencia de la demanda externa y reorientar su modelo de crecimiento hacia un desarrollo basado en la innovación y el consumo interno están alineados con los patrones observados en este estudio.

Con ello, se confirma la existencia de una correlación significativa entre la inversión en educación y el gasto en I+D, así como entre la IED *inward* y el crecimiento económico, y entre la IED *outward* y la I+D. Estas relaciones reflejan el papel de la innovación en la estrategia de crecimiento estructural de China. Si bien los resultados obtenidos sugieren que el país avanza en la dirección correcta, el éxito de su transformación dependerá de su capacidad para traducir la inversión en innovación en mejoras concretas en la productividad y competitividad global.

Referencias

- Akcigit Ufuk; Ates, Sina T. & Impullitti Giammario (2018). Innovation and Trade Policy in a Globalized World. <https://www.nber.org/papers/w24543>. <https://doi.org/10.3386/w24543>.
- Banco Mundial (2023a). Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>.
- Banco Mundial (2023b). Gasto público en educación, total (% del PIB). <https://datos.bancomundial.org/indicador/SE.XPD.TOTL.GD.ZS?locations=CN>.
- Banco Mundial (2023c). Solicitudes de patentes, residentes. <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.RESD>.
- Banco Mundial (2023d). Solicitudes de patentes, no residentes. <https://datos.bancomundial.org/indicador/IP.PAT.NRES>.
- Barro, R. (1991). “El crecimiento económico en una muestra de países”, Documentos de Trabajo del NBER 3120, *National Bureau of Economic Research*, Inc.
- Barro, R.J. y X., Sala-i-Martin (1991). Convergence across States and Regions. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp. 107-58. <https://doi.org/10.2307/2534639>.
- Barro, R.J. y X., Sala-i-Martin (1995). Technological Diffusion, Convergence, and Growth. NBER, *Working Paper No. 5151*. <https://doi.org/10.3386/w5151>.
- Baumert; Buesa, Gutiérrez y Heijs (2016). *Innovación y crecimiento económico*. Número 101. Instituto de Análisis Industrial y Financiero Universidad Complutense Madrid. Madrid, España.
- Bloom, N.; J., Van Reenen & H. Williams (2019). A Toolkit of Policies to Promote Innovation. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.33.3.163> <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2019-10-5-31>.
- Buckley, P. J.; L. J., Clegg; Cross, A.R.; Liu, X., Voss, H. and P. Zheng (2007). The Determinants of Chinese outward Foreign Direct Investment. *Journal of International Business Studies*, 38, 499-518. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400277>.

- Ding, C.; Liu, C.; Zheng, C., & F. Li (2022). *Digital Economy, Technological Innovation and High-Quality Economic Development: Based on Spatial Effect and Mediation Effect*. *Sustainability*, 14(1), 216. <https://doi.org/10.3390/su14010216>.
- Fu, X., & Y. Gong (2011). Indigenous and foreign innovation efforts and drivers of technological upgrading: Evidence from China. *World Development*, 39(7), 1213-1225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305750X11000659>. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2010.05.010>.
- Fu, X.; Woo, W. T., & J. W. Hou (2016). Technological innovation policy in China: The lessons, impacts, and implications. *Economic Change and Restructuring*, 49(2), 139-157. https://ideas.repec.org/a/kap/ecopl/v49y2016i2d10.1007_s10644-016-9186-x.html. <https://doi.org/10.1007/s10644-016-9186-x>.
- Grossman, G. M. y E. Helpman (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Huang, Y.; Lin, C., & X. Li (2020). Trade Networks and Firm Value: Evidence from the US-China Trade War. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3227972.
- Liu Xuedong, González García Juan (2021). El XIV Plan Quinquenal 2021-2025: reto para el nuevo modelo de desarrollo económico de China. <https://doi.org/10.32870/mycp.v10i30.742>.
- Lucas, R. E. (1988). "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, Julio, pp. 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7).
- Luo, Y., & Tung, R. L. (2018). A general theory of springboard MNEs. *Journal of International Business Studies*, 49(2), 129-152. <https://link.springer.com/article/10.1057/s41267-017-0114-8>. <https://doi.org/10.1057/s41267-017-0114-8>.
- Luo, Y.; Xue, Q., & B. Han (2020). How emerging market governments promote outward FDI: Experience from China. *Journal of International Business Studies*, 51(1), 23-45. <https://ideas.repec.org/a/eee/worbus/v45y2010i1p68-79.html>. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2009.04.003>.

- Mankiw, N.; Romer, D. y D. Weil (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *the Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, No. 2. may, pp. 407-437. <https://doi.org/10.2307/2118477>.
- Porter, M. (1990). "The comparative advantage of nations". Free Press and Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-11336-1>.
- Peng (2011). The global strategy of emerging multinationals from China. https://www.utdallas.edu/~mikepeng/documents/ChinaGoesGlobal1101_GSJR2.pdf. <https://doi.org/10.1002/gsj.1030>.
- Rodrik, D. (2018). Populism and the economics of globalization. *Journal of International Business Policy*, 1(1), 12-33. <https://www.nber.org/papers/w23559>. <https://doi.org/10.1057/s42214-018-0001-4>.
- Romer, P. (1990). Human capital and Growth: Theory and Evidence. *Journal of Political Economy*, No. 98. <https://doi.org/10.3386/w3173>.
- Ross, A y N. Fleming (2023). The impact of Chinese foreign direct investment on host country economic growth. 10.1177/02690942231162850.
- Santececchi, Guido (23 de mayo de 2023). China prevé una nueva ola de Covid con 65 millones de casos semanales. <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2023/05/23/646c9855fdddfff2608b458e.html>.
- Schumpeter, Joseph (1978). Teoría del desenvolvimiento económico. Quinta Reimpresión, *Fondo de Cultura Económica*, México.
- Solow, R. (1956). "A contribution to the theory of economic growth". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, No. 1, pp. 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>.
- UNCTAD (2022). World Investment Report 2022. United Nations. <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2022>.
- Wildsmith Jonathan (June 3, 2024). China shifts to capital exports. <https://www.fdiintelligence.com/content/feature/china-shifts-to-capital-exports-83834>.
- WIPO (2023). WIPO IP Statistics Data Center. <https://www3.wipo.int/ipstats/>.

World Trade Organization (2021). Trade Policy Review: China. WTO. https://www.wto.org/english/tratop_e/tpr_e/tp515_e.htm.

Yang, S.-P. (2024). The Determinants and Growth Effects of Foreign Direct Investment: A Comparative Study. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(12), 541. <https://doi.org/10.3390/jrfm17120541>.

Young, A. (1994a). "Lessons from East Asian NICS: a contrarian view". *European Economic Review*, vol. 38, Issues 3-4, pp. 964-973. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)90132-5](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)90132-5).

Young, A. (1994b). The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience, *Quarterly Journal of Economics*, No. 10, August, pp. 641-680. <https://doi.org/10.2307/2946695>.

Anexos:

Anexo 1			
	MCO		GLM
a	2.6676		6.9143
β_1	-0.4042		0.2419
β_2	0.4335		0.0712
β_3	-0.4968		-3.016
R^2	0.29	χ^2	3.5172

***Las estimaciones de los modelos se encuentran en el anexo 1 y anexo 2

Fuente: elaboración propia

Anexo 2. Análisis de los países por el método MCO

Modelo de Crecimiento de China

```
> summary(mco_mod2_chi_d1)
Call:
lm(formula = lts_cre_chi ~ lts_scf_chi + lts_cae_chi + lts_fch_chi)

              Estimate      Std. Error  t value    Pr(>|t|)
(Intercept)  2.66762      1.67184    1.596    0.12484
lts_scf_chi  -0.40425      0.65453   -0.618    0.54316
lts_cae_chi   0.43358      0.24863    1.744    0.09514 .
lts_fch_chi  -0.49687      0.37209   -1.335    0.19542
—
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1621 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2952, Adjusted R-squared:  0.1991
F-statistic: 3.1 on 3 and 22 DF, p-value: < 4.894e-02
```

Breusch-Godfrey de modelo de crecimiento de China

```
> bgtest(mco_mod2_chi_d1)
Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1
data: mco_mod2_chi_d1
LM test = 9.9024, df = 1, p-value = 0.001651
```

Análisis de los países por el método GLM

China

```
> #Creacion de regresion multiple de las variables
> glm_mod3_chi=glm(cre_chi~scf_chi+cae_chi+fch_chi)
> #Muestra los datos de regresion multiple
> summary(glm_mod3_chi)
```

Call:

```
glm(formula = cre_chi ~ scf_chi + cae_chi + fch_chi)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.4622	-1.0454	-0.2318	0.6154	5.9563

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	T value	Pr(> t)
(Intercept)	6.91432	3.02010	2.289	0.316*
scf_chi	0.24190	0.20285	1.193	0.2452
cae_chi	0.07126	0.05553	1.283	0.2122
fch_chi	-3.01608	1.36486	-2.210	0.0373*

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for gaussian family taken to be 4.634079)

Nu11 deviance: 158.96 on 26 degrees of freedom

Residual deviance: 106.58 on 23 degrees of freedom

AIC: 123.7

Number of Fisher Scoring iterations: 2

```
> #Prueba de significancia del modelo lineal generalizado (glm)
```

```
> Psignificacion<-function(alpha, moelo){
+ Tabchi<-qchisq(1-alpha, modelo$df.residual)
+ Pv<1-pchisq(modelo$deviance, modelo$df.residual)
+ R2<-(1-modelo$deviance/modelo$null.deviance)*100
+ print(c("chiq", "pv", "R2"))
+ print(c(Tabchi, pv, R2))
+ }
```

```
< Psignificacion(0.05, glm_mod3_chi)
```

```
[1] "chiq" "pv" "R2"
```

```
[1] 3.517246e+01 1.006861e-12 3.294807e+01
```

Anexo 3. Código de declaración de variables, pruebas de normalidad y figuras de correlación.

```

R version 4.1.2 (2021-11-01)-- "Bird Hippie"
Copyright (C) 2021 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[Workspace loaded from ~/.RData]
#####
#Descripción de Variables#
#####

# crepp_chi= Crecimiento del PIB per cápita (% anual)
# edu_chi= % del PIB dedicado a Educación de China
# id_chi= Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)
# ied_e_chi= Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB)
# ied_s_chi= Inversión extranjera directa, salida neta de capital (% del PIB)
# fbk_chi= Formación bruta de capital (% del PIB) – China

# Librerías necesarias para correr análisis
install.packages("lmtest")
library(lmtest)
install.packages("PerformanceAnalytics")
library(PerformanceAnalytics)

```

Continuación. Anexo 3.

#Creación de Variables

```

>v1cre_chi=(c(8.490093406,8.335733478,9.13363079,10.03803048,10.11362138,1
1.39459181,12.72095567,14.23086093,9.650678919,9.398725633,10.63587106,9.
550832179,7.863736449,7.766150098,7.425763656,7.041328879,6.848762205,6.9
47200793,6.749773833,5.950500754,2.239701857))
>v2edu_chi=(c(0.45,0.49,0.56,0.59,1.5,2.390000105,2.440000057,2.700000048,3.6
30000114,3.75,3.75,3.52196002,4.077429771,3.852509975,3.726639986,3.824870
11,3.79362011,3.667449951,3.542490005,3.539999962,3.569999933))
>v3id_chi=(c(0.893159986,0.940330029,1.057860017,1.12037003,1.214980006,1.
307919979,1.368540049,1.373690009,1.445919991,1.664800048,1.713719964,1.7
80339956,1.912140012,1.997859955,2.022429943,2.057009935,2.100330114,2.11
6029978,2.140579939,2.244630098,2.400929928))
>v4ied_e_chi=(c(3.475082246,3.51300212,3.609099885,3.48740331,3.483641114,
4.554254034,4.508579016,4.40096483,3.73363489,2.568888291,4.0035629,3.708
828902,2.827090556,3.039875469,2.559233447,2.192181603,1.55564215,1.34913
2679,1.693905294,1.310718778,1.723183793))
>v5ied_s_chi=(c(0.380733225,0.723908541,0.427326487,0.509314282,0.40773334
3,0.600602413,0.869587667,0.483187145,1.23505626,0.860300666,0.952062415,
0.641205592,0.761388132,0.762463765,1.175384509,1.576547892,1.926636988,1
.123380739,1.029351959,0.958757698,1.046597368))
>v6fbk_chi=(c(33.57302849,35.54159672,36.15344344,39.62013059,41.84719726,
40.34614955,39.9103387,40.48219017,42.26902681,45.35623583,46.5561547,46.
6601211,46.2252656,46.39894934,45.82395276,43.23480666,42.63137693,43.013
29739,43.79347517,43.25110564,43.36667433))
> #Creacion de las series de tiempo de las variables de las variables
>v1ts_cre_chi=ts(v1cre_chi,start=2000) >v2ts_edu_chi=ts(v2edu_chi,start=2000)
>v3ts_id_chi=ts(v3id_chi,start=2000)
>v4ts_ied_e_chi=ts(v4ied_e_chi,start=2000)
>v5ts_ied_s_chi=ts(v5ied_s_chi,start=2000)
>v6ts_fbk_chi=ts(v6fbk_chi,start=2000)> #Pruebas de normalidad de Shapiro
>shapiro.test(v1ts_cre_chi)
    Shapiro-Wilk normality test
data:  v1ts_cre_chi
W = 0.96621, p-value= 0.6485
> shapiro.test(v2ts_edu_chi)
    Shapiro-Wilk normality test
data:  v2ts_edu_chi

```

Conclusión. Anexo 3.

```

W = 0.76139, p-value= 0.0001784
>shapiro.test(v3ts_id_chi)
  Shapiro-Wilk normality test
data: v3ts_id_chi W = 0.94058, p-value= 0.2237
> shapiro.test(v4ts_ied_e_chi)
  Shapiro-Wilk normality test
data: v4ts_ied_e_chi
W = 0.92848, p-value= 0.1283
>shapiro.test(v5ts_ied_s_chi)
  Shapiro-Wilk normality test
data: v5ts_ied_s_chi
W = 0.92714, p-value= 0.1206
>shapiro.test(v6ts_fbk_chi)
  Shapiro-Wilk normality test
data: v6ts_fbk_chi
W = 0.91426, p-value= 0.06669

>install.packages('ggplot2')
install.packages('ggplot2')
install.packages("GGally")
library(ggplot2)
library(GGally)

var1=data.frame(v1ts_cre_chi,v2ts_edu_chi,v3ts_id_chi,v4ts_ied_e_chi,v5ts_ied_s_chi,v6ts_fbk_chi)
ggpairs(var1, # Data frame
        columns = 1:6) # Columnas

```

Anexo 4. Tabla de resultados de normalidad

	Shapiro-Wilks
Tasa de Crecimiento del PIB (% anual)	0.6485
Gasto público en educación, total (% del PIB)	0.0001784
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)	0.2237
Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB)	0.1283
Inversión extranjera directa, salida neta de capital (% del PIB)	0.1206
Formación bruta de capital (% del PIB)	0.06669