

China tecnológica. Del atraso a la vanguardia¹

Luisa Fernanda Beltrán Pineda*
Negocios Internacionales (SINI)
Universitaria Agustiniiana

Recibido: 28 de mayo de 2020 | Aceptado: 11 de junio de 2020

Resumen

Esta investigación tiene como fin analizar la influencia de las políticas de ciencia y tecnología en el crecimiento económico de China desde el gobierno de Deng Xiaoping hasta el año 2017. Para desarrollar el estudio y obtener los resultados se tomó como marco teórico la teoría endógena del crecimiento económico; además, se hizo uso de la metodología de tipo documental, la cual permitió la revisión y búsqueda de la bibliografía. En este trabajo se concluye que las políticas tecnológicas juegan un papel importantísimo en el desarrollo del sector tecnológico, lo que, a su vez, impulsa el crecimiento económico de China. Este país cuenta con una institucionalidad sólida que gestiona los programas tecnológicos. Las políticas y programas tecnológicos se establecen en los llamados Planes Quinquenales y, desde el periodo de Xiaoping, la dimensión de ciencia y tecnología ha cobrado más importancia. Lo anterior le ha permitido a China posicionarse como potencia mundial tecnológica.

Palabras clave: tecnología, Planes Quinquenales, crecimiento económico, programas tecnológicos.

* luisa.beltran@uniagustiniana.edu.co

¹ Este artículo hace parte del proyecto “Determinantes del sector de ciencia, tecnología e innovación en las exportaciones de bienes agropecuarios e industriales. Estudio comparativo entre la Alianza del Pacífico y los Tigres Asiáticos 1980-2016”, liderado por Cristian Ulloa y Wilson Nuncira.

¿Cómo citar en APA?

Beltrán, L., (2020). China tecnológica. Del atraso a la vanguardia. *Expresiones, Revista Estudiantil de Investigación*, 7(13), 88-109.

Introducción

La posición de China en el puesto 17 de la clasificación del Índice Mundial de Innovación del año 2018 significa un notable progreso para la economía de este país que está en un escenario de rápida evolución (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2018). China orienta su economía por medio de unas políticas públicas que le dan prioridad al sector de investigación, desarrollo, ciencia y tecnología. Por ende, este país se ha vuelto foco de atención mundial, pues su crecimiento económico no ha pasado desapercibido y, a la fecha, es la segunda potencia económica a nivel mundial, solo detrás de Estados Unidos.

El objetivo de este artículo es analizar la influencia de las políticas de desarrollo tecnológico en el crecimiento económico de China desde el periodo de Deng Xiaoping hasta el año 2017. Para el análisis del entorno y la obtención de los resultados se tomó como marco teórico la teoría endógena del crecimiento económico y, fundamentalmente, la relación entre tecnología y crecimiento económico que establece Romer (1986). Además, para llevar a cabo este estudio se hizo uso de la metodología de tipo documental.

Este artículo se desarrolla de la siguiente forma: en la primera parte se presenta el resumen y la introducción del trabajo; luego, se desarrolla el marco teórico que comprende las bases de la investigación. En la segunda parte se exponen los resultados

obtenidos: los planes de desarrollo y las políticas tecnológicas implementadas en China desde el gobierno de Deng Xiaoping hasta la actualidad; y la relación entre el crecimiento económico y el desarrollo tecnológico en China. Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación.

Marco teórico

La teoría del crecimiento endógeno le asigna un papel importante al capital humano como fuente de productividad y crecimiento económico. Franco y Taborda (2005) dicen que el trabajo de Romer (1986), “consideró el conocimiento como un factor productivo, que incrementa la productividad marginal; además, el libre acceso a ese nuevo conocimiento puede aumentar la productividad del resto de las empresas” (p. 71). De esta manera, el nuevo factor productivo contribuye a la mejoría de las empresas y al aumento de la economía. Por otro lado, Benavides (1997) afirma lo siguiente:

Los desarrollos de Romer [1986], Lucas [1988] y Rebelo [1991] [...] concluyeron que el producto marginal del capital (físico y humano) no presentaba un comportamiento decreciente, lo que permitía que el producto creciera sin cambios en la tecnología. De otro lado, los modelos desarrollados por Romer [1987, 1990a y 1990b]), Grossman y Helpman [1991], y Aghion y Howitt [1992] introdujeron el avance en la tecnología como resultado de actividades de Investigación y Desarrollo. (Benavides, 1997, p. 50)

Lo original respecto a la teoría del crecimiento económico endógeno es que los gobiernos pueden impulsar la innovación tecnológica mediante decisiones claves como, por ejemplo, el fortalecimiento del sistema educativo, las inversiones en el sector de la investigación, y el apoyo a los inventos propios mediante un sistema de patentes. Bajo este marco se puede producir un cambio tecnológico que genere, a su vez, crecimiento económico y mayor bienestar de la población .

La teoría endógena del crecimiento económico será el eje central para analizar, primero, los objetivos tecnológicos planteados por el gobierno chino en los Planes Quinquenales y, segundo, la relación entre el crecimiento económico y la tecnología en China. Este segundo aspecto de la investigación se respaldará con cifras por medio de tablas y figuras.

Resultados

Planes de desarrollo y políticas tecnológicas implementadas en China desde el gobierno de Deng Xiaoping hasta la actualidad .

“Desde la década de 1950, los gobiernos de China han sido gestionados por una serie de planes quinquenales nacionales. Cada uno de ellos ha tenido dimensiones relacionadas con la ciencia y la tecnología” (McCuaig-Johnston y Zhang, 2015, p. 16; traducción propia). Hay que resaltar que la ciencia y la tecnología (C&T) cobraron

fuerza desde el gobierno de Deng Xiaoping y, desde entonces, su progreso depende de las políticas establecidas en los diferentes Planes Quinquenales (Anexo 1). Estos planes han proporcionado la orientación en cuanto a las prioridades del gobierno y las inversiones para los programas. Para la ejecución de esas políticas, China cuenta con una institucionalidad en este campo conformada por los los siguientes actores:

El Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST, por sus siglas en inglés), la Academia China de Ciencias (CAS, por sus siglas en inglés), la Fundación Nacional China de la Ciencia (NSFC, por sus siglas en inglés) y el Ministerio Nacional de la Defensa de China; todos propietarios parciales o totales de centros e institutos de investigación y/o de industrias de tecnología estratégica (civil y militar). (Delgado-Ramos, 2007, p. 39)

Algunos autores analizan los resultados de la implementación y ejecución de la política tecnológica a partir de cuatro periodos que se consideran fundamentales en el progreso de la escala tecnológica de China y su crecimiento económico: 1976-1984; 1985-1994; 1995-2005; 2006-2016. El primer periodo (1976-1984) lo describe Cassiolato (2015) de esta manera:

Es un período de reconstrucción del aparato de ciencia y tecnología que se había descuidado en Revolución cultural (1966-1976). Instituciones de investigación, laboratorios, centros tecnológicos fueron revitalizadas y se convirtió en parte de la estrategia nacional de desarrollo. Este es quizá el pri-

mer paso desde La Revolución Comunista (1949), comprometida con el desarrollo de C&T y actividades innovadoras. (Cassiolato, 2015, p. 70)

Durante este periodo, en 1984, se revitalizaron los laboratorios por medio del “Programa de Laboratorios Clave del Estado” (*State Key Laboratories*), el cual definió laboratorios centrados en temas de investigación específicos. Además, se creó el primer programa de ciencia y tecnología denominado “Programa de Tecnologías Clave” (*The Key Technologies R&D Program*), con el objetivo de abordar los principales problemas relacionados con la C&T para la construcción de la economía nacional y el desarrollo social.

Iniciado en 1982 e implementado a través de 4 Planes Quinquenales, el Programa ha realizado notables contribuciones a la renovación técnica y la mejora de las industrias tradicionales y la formación de nuevas industrias. También ha impulsado el desarrollo sostenible de la sociedad china y ha mejorado la capacidad de innovación y la capacidad nacional de C&T. (Ministry of Science and Technology of the People’s Republic of China, *s.f.*; traducción propia)

De acuerdo con Cassiolato (2015), el segundo periodo (1985-1994) se caracterizó por una alta concentración de políticas industriales y de ciencia y tecnología. En 1985, se emitió una resolución sobre la reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología, que incluyó dos objetivos. “El primero, para mejorar sobre todo la administración del sistema

de [investigación y desarrollo] ID, así como para estimular la fluidez de la investigación personal. Y el segundo, para integrar la ciencia y tecnología en la economía” (Xiwei y Xiangdong, 2007, p.85). A partir de este período, el Consejo de Estado de Ciencia y Tecnología comenzó a tener una participación más efectiva e implementó, en 1986, el “Programa Nacional de Alta Tecnología” (*National High-tech R&D Program*), denominado como “Programa 863” (Anexo 1). Este programa le ha permitido a China acercarse a las economías industriales y ha impulsado el desarrollo general de alta tecnología, la capacidad de ID, el desarrollo socioeconómico y la seguridad nacional de China.

Para que las empresas se comprometieran con la investigación y el desarrollo, en 1986, el gobierno organizó el “Programa Destello” (*Sparkle Program*). Este programa perseguía el crecimiento sostenible de la economía rural, aumentando y mejorando su productividad. Esta iniciativa se complementó en el mismo año con la puesta en marcha del “Programa Centella”, el cual tenía por objetivo “vigorizar la economía rural apoyándose en los progresos de la ciencia y la tecnología, en la generalización de la ciencia y las técnicas en las zonas rurales y en el interés de los campesinos por enriquecerse” (Embajada de la República Popular China en la República de Colombia, *s.f.*, párr. 6). En 1998 se creó el “Programa Antorcha” (*Torch Program*) para impulsar el establecimiento de industrias chinas intensivas en tecnología (Xiwei y Xiangdong, 2007). Ese

mismo año se desarrolló el “Programa de Nuevos Productos Nacionales”, el cual favorecía el desarrollo de productos innovadores por empresas chinas para competir a nivel mundial.

En 1990 fue puesto en marcha el “Programa Nacional de Difusión de Logros en C&T”, con el fin de implementar los logros de los científicos del país en empresas relevantes y en el área rural para avanzar en el desempeño general de la economía nacional. Para acelerar la investigación científica básica del país, en 1992 se estableció el “Programa de Ascenso” (“*Climbing Program*”) (Xiwei y Xiangdong, 2007). Finalmente, en 1993, por medio de la Ley para el Progreso de la Ciencia y Tecnología se estableció un sistema de ciencia e investigación compuesto por institutos y universidades independientes; de esta manera, ese mismo año se puso en marcha el “Programa 211”, con el objetivo de brindarle soporte a unas 100 universidades seleccionadas para convertirlas en las mejores universidades del siglo XXI (Anexo 1).

En el tercer período (1995-2005), según Cassiolato (2015), el gobierno chino se enfocó en la búsqueda de la centralidad de la ciencia, la tecnología y la inversión en el proceso de desarrollo del país. En este periodo se desarrollaron estrategias esenciales bajo el lema “Construir la nación con base en la C y T” (Xiwei y Xiangdong, 2007), las cuales permitieron fortalecer el sistema nacional de innovación. Un programa clave en el marco de estas estrategias fue el “Programa de Desarrollo de las Investigaciones Básicas

Importantes del Estado” o “Programa 973” de 1998, el cual estuvo enfocado en:

[...] importantes problemas científicos de las áreas de agricultura, energía, información, recursos, medio ambiente, población, salud, materiales, etc., en él se contempla el desarrollo de investigaciones de carácter integral de disciplinas varias, y se brinda un fundamento teórico y una base científica para la solución de los problemas. El Plan estimula a los científicos sobresalientes para que fijen su mirada en los importantes y grandes temas científicos y tecnológicos y en los avances científicos y para que realicen importantes estudios básicos en los dominios clave con vistas al desarrollo socioeconómico, en cumplimiento de las metas del Estado. (Embajada de la República Popular de China en la República de Colombia, *s.f.*, párr. 4)

Siguiendo la línea de rejuvenecer el país, en 1998 se puso en marcha el “Programa de Innovación del Conocimiento (KIP, por sus siglas en inglés) con el objetivo principal de reestructurar los institutos y hacerlos más competitivos, centrándose en investigaciones básicas. En este caso, las prioridades fueron “nanociencia y nanotecnología, investigación cuántica, biofísica, ciencias del conocimiento, genética, y los sistemas de investigación. También otras ramas, como la investigación estratégica en alta tecnología de comunicaciones, tecnologías de minisatélites, biochips, etc.” (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, 2010, p. 29).

Además, para promover la innovación y el desarrollo, en este periodo se inició el “Programa Nacional de Infraestructura de Ciencia y Tecnología”. Este programa es un componente importante del sistema nacional de planificación de ciencia y tecnología y su objetivo fue

ajustar, enriquecer y fortalecer la capacidad de ciencia y tecnología de las bases de investigación nacionales de ciencia y tecnología de diferentes tipos. [...] El programa proporcionará recursos y condiciones compartidas para la investigación científica y el desarrollo técnico, y brindará un apoyo poderoso para el desarrollo nacional de C&T. (Ministry of Science and Technology of the People’s Republic of China, *s.f.*; traducción propia)

Adicionalmente, en este periodo se creó el “Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico a Medio y Largo Plazo (2006-2020)”. Con una convocatoria de más de 2000 científicos, ingenieros y ejecutivos para un proyecto de investigación estratégica se indagó acerca de los problemas críticos y las áreas de oportunidad en la economía mundial en 20 áreas consideradas básicas para el futuro (Anexo 1). Finalmente, bajo la premisa de que las empresas son claves para la modernización de China, en 2005 se inició el “Programa Bilateral de Cooperación Tecnológica: CHINEKA”. Según CDTI (2010), el objetivo principal de este programa consistió en:

promover la Cooperación Tecnológica empresarial entre entidades de España y China

en proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de tecnología, con el objetivo de generar beneficios económicos para España y China e impulsar la competitividad de sus empresas en los mercados internacionales. (CDTI, 2010, p. 44)

El último periodo identificado (2006-2016) se caracterizó por el desarrollo de metas a largo plazo, postulando a China como la primera potencia tecnológica. A la fecha, el plan más reciente esbozado para el desarrollo económico y social de la República Popular de China es el “Decimotercero Plan Quinquenal” (2016-2020). En este plan, China se planteó como objetivo convertirse en una nación de innovación para el año 2020, trazándose metas como impulsar la alta tecnología como un sector de primer orden. Para lograrlo, China desarrolla varios megaproyectos derivados de los programas “Programa 863” y “Tecnologías Claves de ID”.

Este tipo de Programas sigue[n] siendo una parte principal de las políticas del Sistema de Innovación Chino, ya que durante el 10º Plan quinquenal se llevaron a cabo 12 megaproyectos, en los que se incluían los relativos a: vuelos espaciales tripulados, supercomputadoras, creación de semillas híbridas de arroz, la vacuna del SARS [Síndrome Respiratorio Agudo y Grave], etc. (CDTI, 2010, p. 27)

Al tiempo que la economía de China madura y se dirige hacia un crecimiento lento con tasas promedio que son mayores a las

de otras regiones en el mundo, sus líderes han fijado un objetivo claro: la industria manufacturera del país debe ascender en la cadena de valor, por lo cual se crea el programa “*Made in China 2025*”, publicado en 2015. Esta es una estrategia que tiene por objetivo transformar el país en una poderosa potencia tecnológica (Gómez, 2016).

Made in China 2025 [...] supone el primer paso dentro de un programa global de treinta años de duración. La estrategia se desarrollará en tres fases: reducir las diferencias con otros países (2025), fortalecer la posición (2035) y liderar en innovación (2045). Con estos objetivos en mente, las autoridades del país aplicarán políticas favorables a la reestructuración de la industria tradicional manufacturera, con especial énfasis en innovación, propiedad intelectual y desarrollo sostenible, mientras promueven la fusión y reorganización de empresas. (Gómez, 2016, p.3)

Por último, el gobierno chino continuó en su afán de convertirse en uno de los líderes principales a nivel global en el desarrollo de tecnología de punta. De esta manera, en julio de 2017, China lanzó su “Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial”, el cual, según el Observatorio Parlamentario de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2017, 25 de agosto), “promete la creación de centros tipo “Silicon Valley” en ciudades como Beijing, Shanghai, Shenzhen, entre otras” (párr. 2).

Se trata de 17 centros de emprendimiento tecnológico en distintas regiones de China

que contarán con el apoyo de grandes compañías como Huawei, Ali Baba y Baidu. Si bien se establece el año 2030 como el horizonte para concretar este proyecto, se esperan avances significativos para 2020. (Observatorio Parlamentario, 2017, 25 de agosto, párr. 1).

A partir de lo desarrollado hasta el momento se puede concluir que, desde el periodo de Deng Xiaoping y a través de los Planes Quinquenales, China ha impulsado su política de C&T por medio de varios programas que le han generado un buen resultado con respecto al crecimiento económico. En la siguiente sección se desarrolla la relación entre crecimiento económico y desarrollo tecnológico en China, siguiendo la teoría del crecimiento endógeno que afirma que la tecnología tiene una gran influencia en el crecimiento económico de los países.

Crecimiento económico y desarrollo tecnológico en China.

En esta sección se realiza un análisis del comportamiento de la economía de China desde 1977 hasta 2017, teniendo en cuenta el gasto en investigación y desarrollo (ID) con relación al Producto Interno Bruto (PIB). Además, se establece una comparación entre los artículos en publicaciones científicas y técnicas, el personal dedicado a ID, y las solicitudes de patentes y marcas comerciales residentes y no residentes de China con diferentes países. Por último, se estudia el crecimiento económico con

relación a exportaciones de productos de alta tecnología en China.

Comportamiento de la economía de China desde 1977 hasta 2017.

En la figura 1 se registra el crecimiento del PIB (% anual) desde 1977 hasta 2017. En promedio, este crecimiento es de aproximadamente 8% (solo durante 13 periodos el crecimiento del PIB ha estado por debajo del 8%). Este resultado obedece fundamentalmente a los diferentes Planes Quinquenales que se han venido desarrollando a lo largo de la historia del país, cobrando especial fuerza en el Gobierno de Deng Xiaoping (1977-1989) cuando se iniciaron las cuatro grandes modernizaciones de China: agricultura; industria; defensa nacional; y ciencia y tecnología (Anexo 1).

Gasto en investigación y desarrollo en China con relación al PIB.

Los gastos en investigación y desarrollo corresponden a

gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo realizado sistemáticamente para incrementar los conocimientos, incluso los conocimientos sobre la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones. El área de investigación y desarrollo abarca la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental. (Banco Mundial, 2021)

En la figura 2 se observa el interés de China en ID; entre 1996 y 2016 se registró un gasto en ID del 0,5 % del PIB y 2,1 % del PIB respectivamente, lo que

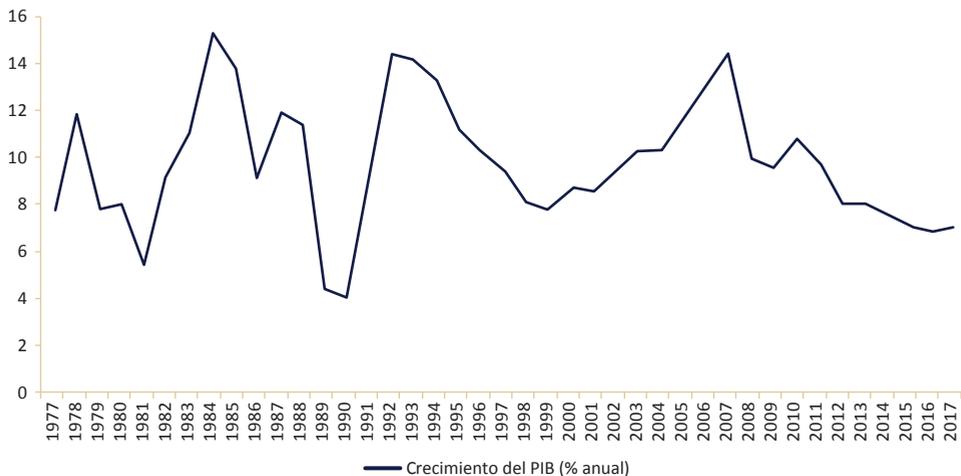


Figura 1. Crecimiento del PIB (% anual) desde 1977 hasta 2017 en China. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

indica un crecimiento durante dicho periodo. Este gasto en ID se refleja en las diferentes políticas y programas tecnológicos que se han venido impulsando en los Planes Quinquenales. Por ejemplo, en los últimos años se implementaron programas como el “Programa Nacional de Infraestructura de C&T”, “Programa *Made in China 2025*” y el “Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial” (Anexo 1) para que China se convierta en uno de los principales líderes globales de tecnología de alta punta.

De igual manera, la tabla 1 refleja el compromiso del gobierno chino con la política de C&T al impulsar un porcentaje de gasto de ID, con relación al PIB, que le ha permitido aproximarse a los países desarrollados como Estados Unidos, Japón, Alemania y Suecia. Cabe resaltar la

situación precaria de Colombia en este campo en comparación con China y los países desarrollados.

Tabla 1.

Gasto en ID de diferentes países en relación con el PIB (año 2016)

País	Porcentaje
Suecia	3,25 %
Japón	3,14 %
Estados Unidos	2,74 %
Alemania	2,93 %
Francia	2,24 %
España	1,18 %
Colombia	0,27 %

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

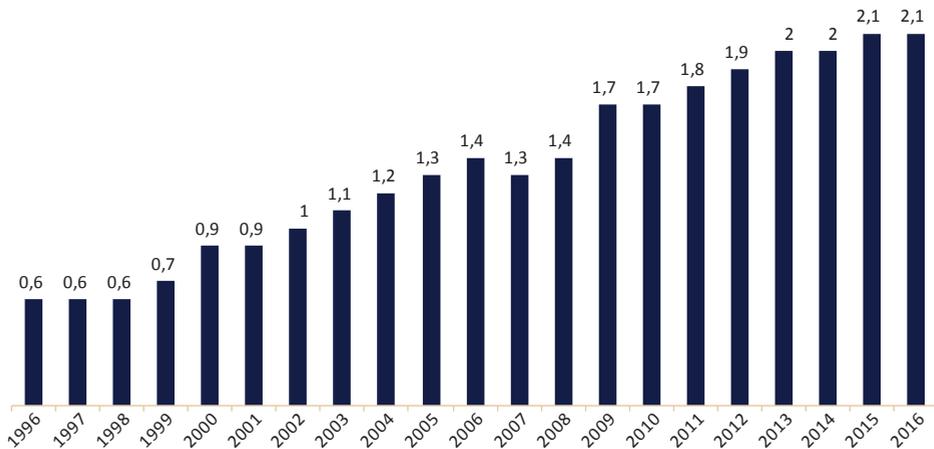


Figura 2. Gasto en investigación y desarrollo en China (% del PIB) desde 1996 hasta 2016. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

Artículos en publicaciones científicas y técnicas; investigadores dedicados a investigación y desarrollo; solicitudes de marca comercial y solicitudes de patentes en China.

Los resultados del incremento del gasto de ID a partir de la modernización de China se reflejan en la tabla 2. Esta muestra el avance en artículos en publicaciones científicas, personas dedicadas a ID, y solicitudes de patentes. Los artículos en publicaciones científicas y técnicas “se refieren a la serie de artículos científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemática, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y el espacio” (Banco Mundial, 2021). En 2003 se

registró un total de 86.621 artículos en publicaciones científicas, y en 2016 este número ascendió a 426.165, lo que corresponde a una tasa de crecimiento absoluta de 391.9. Así mismo, las personas involucradas en ID son “profesionales que se dedican al diseño o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas, y a la gestión de los proyectos correspondientes” (Banco Mundial, 2021). El número de personas en este campo ha incrementado cada año. Respecto a la solicitud de patentes, el número total de patentes nacionales ha crecido desde el año 2000. Antes de 2003, los extranjeros habían sido más activos que los chinos en obtener patentes de inventos, pero desde este año el registro de patentes chinas se incrementó notablemente hasta registrar la cifra más reciente de 1.245.709 en 2017.

Tabla 2.

Artículos en publicaciones científicas y técnicas; investigadores dedicados a investigación y desarrollo; y solicitudes de marca comercial y patentes

Año	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	Solicitudes de marca comercial, no residente directo	Solicitudes de marca comercial, residente directo	Solicitudes de patentes, no residentes	Solicitudes de patentes, residentes
1982	-	-	1.565	17.000	-	-
1983	-	-	1.687	19.120	-	-
1984	-	-	3.077	26.487	-	-
1985	-	-	5.798	43.445	4.493	4.065
1986	-	-	5.939	45.031	4.515	3.494
1987	-	-	4.055	40.014	4.084	3.975
1988	-	-	5.866	41.683	4.872	4.780
1989	-	-	5.535	43.202	4.910	4.749

(continúa)

(viene)

Año	Artículos en publicaciones científicas y técnicas	Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)	Solicitudes de marca comercial, no residente directo	Solicitudes de marca comercial, residente directo	Solicitudes de patentes, no residentes	Solicitudes de patentes, residentes
1990	-	-	6.611	50.853	4.305	5.832
1991	-	-	8.482	59.124	4.051	7.372
1992	-	-	10.981	79.837	4.387	10.022
1993	-	-	24.464	107.758	7.534	12.084
1994	-	-	24.502	117.186	7.876	11.191
1995	-	-	26.420	144.610	8.688	10.011
1996	-	438,407	27.353	122.057	11.114	11.628
1997	-	467,568	26.900	118.578	12.102	12.672
1998	-	383,055	23.855	129.395	33.645	13.751
1999	-	416,416	24.077	140.620	34.418	15.626
2000	-	541,663	31.054	181.717	26.560	25.346
2001	-	575,338	29.634	229.783	33.412	30.038
2002	-	624,131	43.295	321.041	40.426	39.806
2003	86.621	659,94	41.013	405.628	48.548	56.769
2004	119.755	704,906	55.143	527.605	64.598	65.786
2005	164.747	846,457	64.213	593.390	79.842	93.485
2006	189.760	920,665	70.061	669.279	88.183	122.318
2007	215.700	1.064,767	74.956	604.979	92.101	153.060
2008	249.973	1.184,47	76.480	590.545	95.259	194.579
2009	290.330	852,258	65.121	741.785	85.508	229.096
2010	316.915	890,484	83.049	973.514	98.111	293.066
2011	334.045	963,879	112.917	1.273.859	110.583	415.829
2012	332.082	1.020,956	115.850	1.502.582	117.464	535.313
2013	362.973	1.073,219	114.551	1.733.387	120.200	704.936
2014	393.963	1.096,517	107.353	1.997.058	127.042	801.135
2015	411.268	1.158,908	-	-	133.612	968.252
2016	426.165	1.205,682	-	-	133.522	1.204.981
2017	-	-	-	-	135.885	1.245.709

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

Comparación de artículos en publicaciones científicas; personal dedicado a ID; y solicitud de patentes y marcas comerciales residentes y no residentes de China con diferentes países.

En esta sección se comparan algunos aspectos relacionados con ID en diferentes países, teniendo en cuenta que “uno de los parámetros utilizados para medir el potencial tecnológico de un país es el análisis del número de investigadores en el mismo” (Jensana, 2008, p. 267). Como se puede observar en la tabla 3, Suecia tiene el mayor número de personal dedicado a la ID; China, por su parte, está por debajo de los países desarrollados, sin embargo, es líder en el número de artículos en publicaciones científicas cuadruplicando a Alemania. El número de patentes también brinda un parámetro para medir el nivel de ejecución de la actividad

de investigación en un determinado país. Al respecto, se puede asegurar que, según las cifras, China es líder en solicitud de patentes residentes (tabla 3). Esta comparación con otros países en lo relacionado con la investigación permite inferir que la política tecnológica de China se ha consolidado, generando grandes resultados en el campo de la investigación. Esto ha impulsado el notable crecimiento económico de este país.

Crecimiento económico con relación a las exportaciones de productos de alta tecnología en China.

Las exportaciones de alta tecnología son un punto clave para mostrar la influencia que tiene la tecnología en el crecimiento económico de un país. Estas exportaciones “son productos altamente intensivos en investigación y desarrollo, como son los

Tabla 3.
Artículos en publicaciones científicas y técnicas (año 2016)

País	Nº de artículos en publicaciones científicas	Nº de investigadores dedicados a id (2016)*	Solicitudes de patentes residentes(2017)	Solicitudes de patentes no residentes(2017)
Estados Unidos	408.985	4,313,383 (2015)	293.904	313.053
Alemania	103.122	4.893,153	65.263	7.544
Japón	96.536	5.209,971	117.956	26.906
Francia	69.431	-	86.964	7.953
España	52.821	2.732,246	49.433	3.685
Suecia	19.937	7.153,419	8.352	1.784
Colombia	6.121	88,483	17.969	10.022

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

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

productos de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica” (Banco Mundial, 2021).

Para incentivar y desarrollar el sector de alta tecnología, el gobierno chino ha creado varios programas destinados a promover la investigación y, de esta manera, estimular el crecimiento de la economía (Anexo 1). En la figura 3 y 4 se evidencia la influencia de las exportaciones de productos de alta tecnología en el crecimiento económico, desde el año 1992 hasta 2017. De acuerdo con los datos de *TheGlobalEconomy.com* (2021) el promedio de las exportaciones de alta tecnología para 2017 fue de US\$ 14,308.92 millones a precios actuales; y el valor más alto

se registró en China con US\$504,380.85 millones a precios actuales. Estos datos posicionan a China como el país líder en exportaciones de alta tecnología, casi triplicando la participación de Alemania (US\$171,632.93) y Hong Kong (US\$141,717.31).

Otra forma de evidenciar la importancia de la tecnología en China es mediante la participación de los productos manufacturados de alta tecnología que se exportan (figura 5). Los productos manufacturados comprenden aquellos incluidos en las secciones de productos químicos, artículos manufacturados, maquinaria y equipo de transporte, artículos manufacturados diversos y otros. Desde el año 1992 la participación de estos productos se ha incrementado,

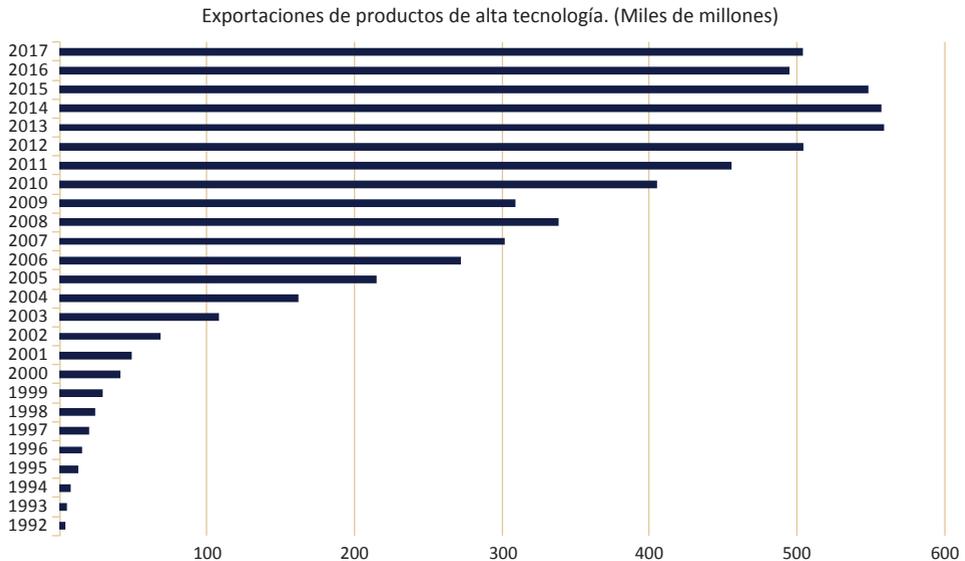


Figura 3. Exportaciones de productos de alta tecnología (US\$ a precios actuales). Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).



Figura 4. Comparativo de exportaciones de productos de alta tecnología (US\$ a precios actuales) y crecimiento económico del PIB (% anual). Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

pasando de 6,4% a 30% en 1997. En la década del 2000, el porcentaje de participación de las exportaciones de productos manufacturados ha oscilado entre 23% y 27%, lo que representa un buen desempeño de China en el sector de alta tecnología. Para incrementar dicho desempeño se han puesto en marcha estrategias para un mayor desarrollo

industrial como “*Made in China 2025*”. Así, el comportamiento de las exportaciones de productos de alta tecnología y, sobre todo, de productos manufacturados durante el periodo 1992-2016 refleja que la implementación de la política y programas tecnológicos en China ha sido positiva.

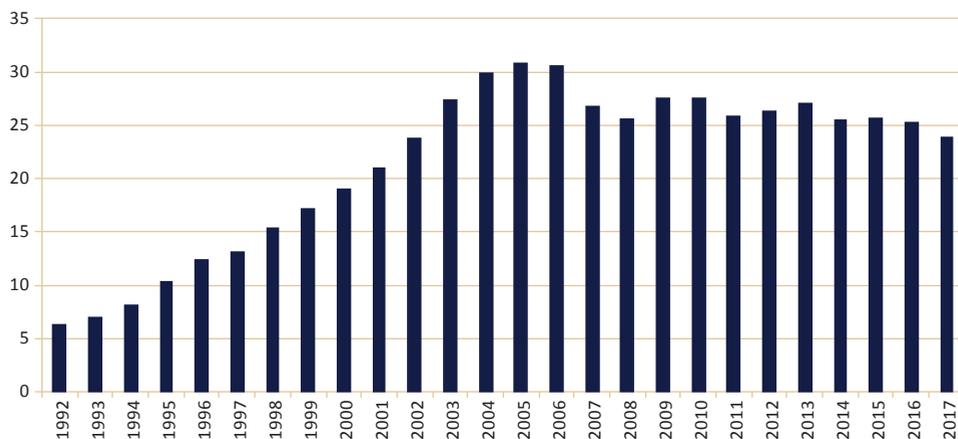


Figura 5. Exportaciones de productos de alta tecnología de China (% de las exportaciones de productos manufacturados). Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos del Banco Mundial (2021).

Conclusiones

El cambio del panorama económico en China se vio marcado por la transición del gobierno comunista de Mao Zedong al gobierno de apertura de Deng Xiaoping en 1978. Este último comenzó la restauración de la política de ciencia y tecnología impulsando las cuatro modernizaciones en las áreas de agricultura, industria, tecnología y defensa, lo que condujo al desarrollo de las fuerzas productivas y al crecimiento económico de China. En los denominados Planes Quinquenales, la política de ciencia y tecnología ha jugado un papel fundamental en los programas que se han implementado, por lo que esta política ha cobrado cada vez más fuerza e importancia para el crecimiento del país.

El interés del gobierno chino en la ciencia y la tecnología se evidencia en el incremento del gasto en ID, lo que le ha permitido a China superar a potencias como Estados Unidos, Japón y Alemania en aspectos como el número de artículos en publicaciones científicas, la cantidad de personal dedicado a la investigación, y la solicitud de patentes y marcas comerciales. Además, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual, China se encuentra entre las 20 economías líderes en innovación gracias a los programas tecnológicos impulsados desde el gobierno. Se destaca el “Programa de Tecnologías Clave”, el “Programa Nacional de Alta Tecnología”, el “Programa Nacional de Difusión de Logros

en C&T”, el “Programa de Innovación del Conocimiento” y los megaproyectos.

Los resultados positivos de los programas tecnológicos implementados por el gobierno chino a partir de las cuatro modernizaciones se reflejan en el comportamiento de las exportaciones de productos de alta tecnología y, sobre todo, de productos manufacturados desde el año 1992 hasta 2016. China no descansa en su pretensión de convertirse en un líder global de desarrollo tecnológico y, a la fecha, el programa “*Made in China 2025*” y el “Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial” plantean estrategias para que esta economía se convierta en una poderosa potencia tecnológica. Esto se acompaña de megaproyectos en áreas fundamentales para el desarrollo económico.

Finalmente, a partir del desarrollo de esta investigación se observa que China tiene una institucionalidad sólida que impulsa las políticas y los programas de ciencia, tecnología e innovación, por lo que se convierte en un ejemplo a seguir para los países que buscan consolidar su desarrollo a través del impulso de la C&T. En el caso colombiano, la Ley 1951 de 2019 transformó a Colciencias en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual inició sus labores a partir de enero de 2020. En este marco, se sugiere que este Ministerio tenga en cuenta la trayectoria de China y aproveche la oportunidad para determinar las políticas y programas de ciencia y tecnología del país que permitan jalonar el crecimiento económico de Colombia.

Referencias

- Benavides, O. A. (1997) Teoría del crecimiento endógeno. Economía política y economía matemática. *Cuadernos de Economía, v. xvi*(26), 47-67. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/17109/1/12687-64569-1-PB.pdf>
- Cassiolato, J. E. (2015). As políticas de ciência, tecnologia e inovação na China. *Boletim de Economia e Política Internacional* (13). Recuperado de: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3928/1/BEPI_n13_politicas.pdf
- Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial [CDTI]. (2010). Guía para la colaboración con China en I+D+I. Recuperado de: https://www.cdti.es/recursos/publicaciones/archivos/35373_1721722010113244.pdf
- Congreso de la República de Colombia (2019, 24 de enero). Ley 1951 de 2019. D.O: 50.846. Recuperado de: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1951_2019.html
- Datos de libre acceso del Banco Mundial* (2021). Grupo Banco Mundial. Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/>
- Delgado-Ramos, G. C. (2007). Alcances y límites del sistema científico tecnológico chino. *CONfines, 3*(5). Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35692007000100004
- Embajada de la República Popular China en la República de Colombia, (s.f.). Planes estatales. Recuperado de: <http://co.china-embassy.org/esp/zggk/ct/t224307.htm>
- Franco Vásquez, L. y Taborda Figueroa, B. (2005). Relación entre la producción industrial y el comercio exterior: el caso de Caldas, 1970-2000. *Ensayos de Economía, 15*(26), 68-95. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/24663>
- Gómez Pérez-Cuadrado, E. (2016). Plan Made in China 2025. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Pekín. Recuperado de: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2016671546.html?idPais=CN>
- Jensana, A. (2008). Políticas de Investigación y Desarrollo en Asia: de la imitación de tecnologías al liderazgo global. *Anuario Asia-Pacífico, 1*(1). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3127528>
- McCuaig-Johnston, M. y Zhang, M. (2015). China embarks on major changes in science and technology. China Institute University of Alberta, *Occasional Paper Series, 2* (2). Recuperado de: <https://www.ualberta.ca/china-institute/media-library/media-gallery/research/occasional-papers/stmccuaijohnston-zhang201506.pdf>
- Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China [MOST]. (s.f.). Key Technologies R&D Program. Recuperado de: http://www.most.gov.cn/eng/eng/programmes1/200610/t20061009_36224.htm
- Observatorio Parlamentario (2017, 25 de agosto) China presenta su plan nacional para desa-

- rollar innovación en inteligencia artificial. Programa Asia Pacífico de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de: <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/plan-desarrollo-inteligencia-artificial-china>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2018, 10 de julio). Índice Mundial de Innovación 2018: China se coloca entre los 20 países principales; Suiza, los Países Bajos, Suecia, el Reino Unido, Singapur y los Estados Unidos de América encabezan la clasificación anual. Recuperado de: https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2018/article_0005.html#rankings
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- TheGlobalEconomy.com* (2021). Recuperado de: <https://es.theglobaleconomy.com/>
- Xiwei, Z. y Xiangdong, Y. (2007). La reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología y su impacto en el Sistema Nacional de Innovación de China. *Economía UNAM*, 4(11). Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2007000200005

Anexo 1.

Planes de desarrollo, políticas y programas tecnológicos en China

Nombre del Plan de Desarrollo	Objetivo General	Objetivos tecnológicos	Programas tecnológicos	Características del programa
V Plan Quinquenal "Esquema para el desarrollo del Plan Nacional Decenal para 1976-1985"	Modernizar los sectores de agricultura, industria, ciencia y tecnología y defensa nacional.	Modernización de la ciencia y tecnología.	Programa de I+D de Tecnologías Clave (1982)	Abordar los principales problemas de C&T en el desarrollo económico y social nacional. El programa se centra en la I + D de tecnologías clave y comunes para impulsar la mejora técnica y la reestructuración de la industria, la agricultura y la defensa nacional. De esta manera, se promueve el desarrollo social sostenible.
VI Plan Quinquenal "Desarrollo Económico y Social Nacional de la República Popular de China" (1980-1985)	Continuar implementando la política de "ajuste, reforma, rectificación y mejora" del V Plan Quinquenal	Organizar las fuerzas científicas y tecnológicas nacionales para llevar a cabo la investigación científica y tecnológica.	Programa de Laboratorios Clave del Estado (1984)	Los laboratorios están conectados a universidades y empresas privadas que reciben financiamiento y apoyo administrativo del gobierno central de China. Cada laboratorio se centra en un tema de investigación específico.
		Transformación tecnológica de empresas existentes y desarrollo de amplias actividades de innovación tecnológica con la conservación de la energía como su objetivo principal.	Reforma del Sistema de Ciencia y Tecnología (1985)	Mejorar la administración del sistema de I+D, y estimular la fluidez de la investigación personal. Integrar la C&T en la economía.
			Programa Destello (1985)	Perseguir el crecimiento sostenible de la economía rural, aumentando su productividad. Estimular la difusión de C&T en zonas rurales.

Nombre del Plan de Desarrollo	Objetivo General	Objetivos tecnológicos	Programas tecnológicos	Características del programa
VII Plan Quinquenal “Séptimo Quinquenal Plan nacional de Desarrollo Económico y Social de la República Popular China” (1986-1990)	Reforma integral del sistema económico de China.	Adoptar nuevas tecnologías y campos de alta tecnología para transformar las industrias. Continuar fortaleciendo la investigación aplicada, la investigación básica y la innovación para el desarrollo a largo plazo.	Programa de Investigación y Desarrollo de Altas Tecnologías (designado abreviadamente como “Programa 863”) (1986)	Impulsar el acercamiento de China hacia las economías industriales en 8 áreas tecnológicas: tecnologías agrícolas avanzadas, de información, de automatización, ambientales, militares, energéticas, materiales avanzados y biotecnología.
			Programa Centella (1986)	Fortalecer la economía rural por medio de los progresos y las técnicas de la ciencia y la tecnología en las zonas rurales.
			Programa Antorcha (Empresas chinas de Alta Tecnología) (1988)	Apoyar el establecimiento de industrias chinas intensivas en tecnología mediante su presencia en Parques de Alta Tecnología, Distritos Industriales Especializados e Incubadoras. Organizar y supervisar estas políticas y reunir los instrumentos financieros necesarios.
			Programa de Nuevos Productos Nacionales. (1988)	Apoyar el desarrollo de productos innovadores por empresas chinas para competir a nivel mundial.
			Programa Nacional de Difusión de Logros en C&T (1990)	Movilizar a los científicos e ingenieros del país para implementar sus logros en empresas relevantes y en áreas rurales para avanzar en el desempeño general de la economía nacional.
VIII Plan Quinquenal “La década del desarrollo social” (1991-1995)	Realizar el segundo paso de la campaña de modernización socialista de China y elevar la calidad general de la economía nacional a un nuevo nivel.	Desarrollar iniciativas educativas, promover el progreso científico y tecnológico.	Programa de Ascenso (1992)	Promover la investigación básica e incentivar que los institutos implementen innovaciones organizacionales.

Nombre del Plan de Desarrollo	Objetivo General	Objetivos tecnológicos	Programas tecnológicos	Características del programa
			Ley para el Progreso de la Ciencia y Tecnología (1993)	Esta ley estableció un sistema de ciencia e investigación compuesto por institutos y universidades independientes.
			Programa 211 (1993)	Apoyar a 100 universidades seleccionadas para desarrollarlas como las mejores universidades del siglo XXI.
IX Plan Quinquenal "El Noveno Plan Quinquenal para el Desarrollo Económico y Social Nacional de la República Popular China y el Esquema de la Meta 2010 para la Visión 2010" (1996-2000)	Promover el desarrollo sostenido, rápido y saludable de la economía nacional implementando dos cambios: primero, el sistema económico cambia del sistema tradicional planificado al sistema de mercado socialista. En segundo lugar, el modo de crecimiento económico para ser de transformación intensiva.	Implementar la estrategia de rejuvenecimiento del país a través de la ciencia y la educación y promover la estrecha integración de la ciencia y la tecnología, la educación y la economía.	Súper Programa 863 (1996)	Continuar con el esfuerzo inicial del Programa 863 de 1986: promover la investigación básica.
			Programa de investigación básica (Programa 973) (1997)	Impulsar la investigación básica en ciencias naturales, en las siguientes áreas: agricultura, energía, información, recursos naturales y medio ambiente, población y salud, materiales, e investigación interdisciplinaria.
			Programa de Innovación y Conocimiento (KIP) (1998)	Las prioridades son nanociencia y nanotecnología, investigación cuántica, biofísica, ciencias del conocimiento, genética, y los sistemas de investigación. También otras ramas, como la investigación estratégica en alta tecnología de comunicaciones, tecnologías de banda ancha, tecnologías de minisatélites, biochips, etc.
			Programa 985 (1998)	Es un complemento del Programa 211 cuyo objetivo era crear un grupo relativamente pequeño de universidades chinas de máximo nivel mundial.

Nombre del Plan de Desarrollo	Objetivo General	Objetivos tecnológicos	Programas tecnológicos	Características del programa
X Plan Quinquenal "Esquema del Décimo Plan Quinquenal para el Desarrollo Económico y Social Nacional" (2001-2005)	Disminuir el peso relativo de la industria y la inversión en la economía; apoyar el desarrollo de sectores de alta tecnología; y tomar medidas de protección del medio ambiente.	Promover el progreso científico y tecnológico y la innovación para mejorar la sostenibilidad a través de las empresas son el pilar de la innovación tecnológica para impulsar la modernización.	Programa Nacional de Infraestructura de Ciencia y Tecnología (2001) Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico a Medio y Largo Plazo 2006-2020 Programa de Laboratorios Nacionales Chinos (2003) Programa Bilateral de Cooperación Tecnológica: CHINEKA (2005)	Ajustar, enriquecer y fortalecer la capacidad de ciencia y tecnología. Se convocó a más de 2000 científicos, ingenieros y ejecutivos a un proyecto de investigación estratégica para indagar acerca de los problemas críticos y las áreas de oportunidad en la economía mundial. Estos laboratorios son unidades de investigación de primer nivel dentro de las grandes instituciones de investigación. Promover la cooperación tecnológica empresarial entre entidades de España y China en proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de tecnología.
XI Plan Quinquenal "El undécimo plan quinquenal esbozado para la economía nacional y el desarrollo social de la República Popular de China" (2006-2010)	Transferir efectivamente el desarrollo económico y social a la vía del desarrollo integral, coordinado y sostenible.	Implementar de manera integral el concepto de desarrollo científico.	Nuevo Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Mediano y Largo Plazo (2006) Megaproyectos (2006)	La meta principal para 2020 es que la ciencia y la tecnología aporten 60% o más del crecimiento del país. Elaborar cuatro megaproyectos científicos (biología reproductiva, nanotecnología, estudios sobre proteínas, e investigación cuántica), además de otros 13 megaproyectos de ingeniería (tecnología avanzada de manufacturas, software básico, exploración de petróleo y gas, exploración de la luna, etc.)

Nombre del Plan de Desarrollo	Objetivo General	Objetivos tecnológicos	Programas tecnológicos	Características del programa
XII Plan Quinquenal “El Duodécimo plan quinquenal esbozado para el desarrollo económico y social nacional de la República Popular de China” (2011-2015)	Cambiar el modelo de crecimiento, sin depender en exceso de la demanda externa ni de la entrada de capital extranjero con cuatro ejes principales: reestructuración económica; reforma industrial; redistribución de la renta; y medio ambiente.	Apoyar una industrialización por medio de la alta tecnología junto con una economía que promueva la innovación. Además, invertir en el desarrollo de dispositivos electrónicos y circuitos integrados, y en la investigación de la ciencia aeroespacial, del mar y la nanotecnología.	Programa <i>Made in China 2025</i> (2015)	Transformar el país en una poderosa potencia tecnológica. Reducir la dependencia de China de la tecnología extranjera e invertir fuertemente en sus propias innovaciones con el fin de crear empresas chinas que puedan competir tanto a nivel nacional como mundial.
XIII Plan Quinquenal “El decimotercero plan quinquenal esbozado para el desarrollo económico y social nacional de la República Popular de China” (2016-2020)	Construir una “sociedad moderadamente próspera”	Convertirse en una “nación de innovación” para el año 2020.	Continuación de megaproyectos	Profundización en áreas como la nanotecnología, microchips genéricos de gama alta, aviones, biotecnología y nuevos fármacos.
			Plan de Desarrollo de Inteligencia Artificial (2017)	Se trata de 17 centros de emprendimiento tecnológico en distintas regiones de China que contarán con el apoyo de grandes compañías como Huawei, Ali Baba y Baidu. Promete la creación de centros tipo “Silicon Valley” en ciudades como Beijing, Shanghai, Shenzhen, entre otras.

Nota. Fuente: elaboración propia a partir de la información del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial [CDTI] (2010).