

Investigación Y Desarrollo En El Crecimiento Económico De México, 1996-2018

Denis Andrea Luevano Pacheco¹, Imelda Ortiz Medina² y Marlen Hernández Ortiz³

¹Licenciada en economía por la Universidad Autónoma de Zacatecas, colaboradora del cuerpo académico “Economía, Sustentabilidad y Nanotecnología” CA-UAZ-251

Email: denis1809luevano@gmail.com

²Doctora en Gobierno y Administración Pública por la Universidad Complutense de Madrid y el Instituto Universitario de Investigación Ortega y Gasset. Docente-Investigadora de Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Email: imeldaortizmedina@uaz.edu.mx

³Doctora en Ciencias de los Materiales por la Universidad Autónoma de Sonora, docente- Investigador de la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Email: mar_h2o@hotmail.com



Resumen- El presente artículo aborda los tópicos más relevantes sobre inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y su relación con el crecimiento económico. Con base en los modelos de crecimiento endógeno que explican el crecimiento a largo plazo con la introducción del progreso tecnológico. Se analiza la situación de estas variables para el caso específico de México durante el periodo de 1996 a 2018. La pregunta central de la que se parte es: *¿Cuál es la relación entre el crecimiento económico y la inversión en I+D en México durante el periodo 1996-2018?* Por lo que, el principal objetivo es identificar y analizar el comportamiento de estas dos variables en el periodo señalado. La hipótesis de la que se parte, es que; la inversión en I+D ha tenido un impacto positivo en el crecimiento económico de México, lo cual se intenta inferir a través del diagrama de dispersión entre estas dos variables.

De esta forma, el trabajo permite conocer la relación que muestra la innovación generada por la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y el crecimiento de la economía de México en estos años, además contribuye a ampliar la información de estudios de esta índole, escasos en el país. En el marco teórico, se presenta la revisión de hallazgos de la relación entre I+D y el crecimiento, la importancia de la I+D y su inclusión en los modelos de crecimiento, así como las bases teóricas de la investigación, la cual tienen un alcance exploratorio, descriptivo y correlacional, basada en el método deductivo.

Palabras claves: Crecimiento económico, investigación y desarrollo, modelos de crecimiento, innovación, investigadores.

Abstract- This article addresses the most relevant topics on investment in Research and Development (R&D) and its relationship with economic growth. Based on endogenous growth models that explain long-term growth with the introduction of technological progress. The situation of these variables is analyzed for the specific case of Mexico during the period from 1996 to 2018. The central question from which it starts is: *What is the relationship between economic growth and investment in R&D in Mexico during the period 1996-2018?* Therefore, the main objective is to identify and analyze the behavior of these two variables in the indicated period. The hypothesis from which it starts is that; investment in R&D has had a positive impact on Mexico's economic growth, which is attempted to be inferred through the scatter diagram between these two variables.

In this way, the work allows us to know the relationship shown by the innovation generated by the investment in Research and Development (R&D) and the growth of the Mexican economy in these years, also contributes to expand the information of studies of this nature, scarce in the country. In the theoretical framework, the review of findings on the relationship between R&D and growth, the importance of R&D and its inclusion in growth models, as well as the theoretical bases of the research, which have an exploratory, descriptive, and correlational scope, based on the deductive method.

Keywords: Economic growth, research and development, growth models, innovation, researchers.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio en los nuevos modelos de crecimiento endógeno surge como alternativa a la explicación de las tendencias de crecimiento a largo plazo -que los anteriores modelos no pudieron explicar- al considerar el progreso tecnológico como consecuencia de los esfuerzos de agentes que buscan beneficiarse de las nuevas técnicas.

Así, los principales elementos de modelos de crecimiento endógeno relevantes como los de Romer [1 y 2] son la base de esta investigación, pues estos modelos considerando el entorno de competencia imperfecta incluyen al stock de capital como indicador del stock de conocimiento, permitiendo la existencia de rendimientos crecientes, es decir que la especialización permite mayores tasas de crecimiento [1], además consideran que el cambio tecnológico surge de las acciones intencionadas de agentes que invierten en actividades de investigación y desarrollo buscando maximizar su beneficio, incluyendo la integración en una economía con gran capital humano [2].

Según el Centro de Estudios de Finanzas Públicas [3], la evidencia histórica demuestra que dentro de los países con mayores índices de desarrollo humano siete son países que destinan altos recursos a actividades de investigación y desarrollo, mientras que los países con menor desarrollo destinan menos del 0.60% del PIB; en 2018 México se situó en el lugar 76 del IDH con un valor de 0.767 [3, 2020].

Considerando lo anterior y puesto que la inversión en actividades de I+D es considerada parte de los principales motores del funcionamiento de la economía [4], en el presente trabajo se pretende analizar si esta inversión generó la innovación suficiente para impactar positivamente en el crecimiento de la economía de México durante el periodo de 1996 a 2018.

Este trabajo contribuye y aporta un análisis del crecimiento de la economía mexicana en un periodo más reciente, sustentado en un modelo endógeno. Se eligió el periodo de 1996 a 2018 por la disposición de datos de gasto en I+D como proporción del PIB con información del Banco Mundial, puesto que el periodo seleccionado corresponde al mayor número de datos disponible. Conocer la relación que se presenta entre la innovación generada por la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) y el crecimiento de la economía de México en estos años amplía la información de estudios de esta índole, escasos en el país. Conocer la interacción entre estas variables puede encauzar políticas económicas en pos del crecimiento económico del país.

II. MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia del pensamiento económico, especialmente a partir del siglo XX, se han propuesto diversas teorías para explicar el comportamiento del crecimiento económico. Como menciona Jiménez [5], la teoría del crecimiento analiza la expansión de la productividad de las economías en el largo plazo, con énfasis en sus causas y determinantes, así como sus principales limitantes. Dichas teorías han ido cambiando, enfocándose cada una en diferentes temas según los intereses de los autores.

Esta investigación se basa en los modelos de crecimiento endógeno que explican los determinantes del crecimiento a largo plazo introduciendo el progreso tecnológico como endógeno, abandonando uno de los supuestos del modelo neoclásico que considera que se puede alcanzar crecimiento a largo plazo solo si existen mejoras tecnológicas, suponiendo al progreso tecnológico como exógeno [6].

Uno de los primeros economistas en considerar la innovación fue Joseph Schumpeter, él define al desarrollo económico como un proceso de transformación cualitativa de la sociedad. Introdujo en su teoría de desarrollo económico el concepto de innovación como causa del desarrollo y el empresario como propiciador de los procesos de innovación [7]. Así, para Schumpeter las causas del desarrollo económico son la innovación y las fuerzas socioculturales.

Por su parte, Sala-i-Martin [6] indica que aportaciones como las de Romer [8 y 2] integraron la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) para generar progreso tecnológico de forma endógena. Para Romer [1] los rendimientos crecientes como producto de la difusión de conocimiento permiten dar una explicación del crecimiento real, esto es, que la especialización de los inputs producto de la inversión de las firmas en el conocimiento es lo que permite mayores tasas de crecimiento a largo plazo [9]. En el modelo de Romer [2] el crecimiento se ve impulsado por el cambio tecnológico producto de inversiones intencionadas de agentes maximizadores. Juntas estas premisas fundamentales constituyen la base del diseño de esta investigación.

Comúnmente se han realizado estudios basados en los modelos de crecimiento endógeno que analizan la relación de la inversión en I+D con el crecimiento económico para economías de países en vías de desarrollo y países desarrollados que

permiten dar una visión sobre el tipo de interacción que presentan estas variables en economías como la de México en comparación con países con economías más avanzadas. Entre estos trabajos podemos encontrar el de Marroquín Arreola y Ríos Bolívar [10], quienes basándose en el modelo de Romer [10] y sus premisas, es decir: el crecimiento es impulsado por el cambio tecnológico, el cual surge como consecuencia de acciones intencionales tomadas por la gente que responde a incentivos del mercado, y los diseños usados en la creación de nuevas patentes no son rivales, evalúan si existe una relación significativa entre los esfuerzos de la I+D y su innovación y, entre la innovación y el ingreso per cápita en base a los modelos de crecimiento endógeno para las entidades de México en el periodo de 1990 a 2008.

De este modo Marroquín Arreola y Ríos Bolívar [10] concluyen que la innovación tiene un efecto positivo sobre el PIB per cápita, una parte de los estados que son capaces de aumentar su innovación mediante la inversión en I+D influyen en el resto a través de las derramas tecnológicas. Aunque los resultados presentan evidencia de que la innovación es endógenamente creada en la economía y promueve el crecimiento económico carecen de apoyo para rendimientos constantes a la innovación respecto de la I+D.

Por su parte, el trabajo de Rendón Ochoa [11], analiza la influencia de la inversión en I+D en el crecimiento económico de países en desarrollo, entre los que se incluye México, para el periodo de 1999 a 2011. Realizando un análisis de panel de datos, los resultados de la investigación mostraron que por cada incremento del 1% de inversión en I+D se genera una disminución del PIB en 0.07% con significancia estadística y que, un mayor número de personas dedicadas a I+D no representan significancia estadística para explicar el tamaño del PIB. Por otra parte, los resultados arrojaron que, *ceteris paribus*, por cada aumento en 1% de formación fija de capital, el PIB aumenta 0.1276%, y por cada aumento del 1% de la PEA el PIB es mayor en 0.9402% [11].

Sobre sus resultados, Rendón Ochoa [11] concluye que se debieron, sobre todo, al efecto *catch up* asociado a la inversión en capital físico que permite incrementos marginales mayores de crecimiento en los países en desarrollo que en los desarrollados. Lo que genera incentivos en los países en desarrollo a invertir en capital antes que en I+D, provocando que los stocks de I+D no sean suficientes para aportar al crecimiento del PIB. Por otra parte, también menciona que este estudio no presenta datos concluyentes por la falta de datos y la muestra pequeña de países.

Ríos Flores y Castillo Arce [12], presentan en su trabajo un análisis sobre los efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico en una muestra de 27 países entre los que se encuentra México, para el periodo 2000-2010. Consideran la innovación en un sentido más agregado mediante la capacidad innovadora (CI), definida como la capacidad de producción, adquisición y asimilación tecnológica. También generalizan el análisis para un conjunto de países en vías de desarrollo que suelen tener estructuras económicas e institucionales débiles y heterogéneas.

A través del marco de un modelo de panel dinámico los resultados del análisis de Ríos Flores y Castillo Arce [12], arrojaron que las especificaciones que contemplan solo a los países desarrollados muestran significancia estadística en todas las variables, mientras en la muestra de países en desarrollo ninguna variable ligada a la innovación tuvo significancia. Así, se muestra una segmentación en el efecto de la innovación en los países con diferentes dotaciones de recursos. Mencionan que si bien para la muestra total de los países el efecto de la CI es mayor que el resto de variables tecnológicas, con la diferenciación de los países se muestran efectos directos relacionados con la dotación de factores. Concluyen que es posible suponer que el crecimiento económico fomenta el tecnológico en las etapas iniciales del desarrollo productivo al permitir que se destinen mayores recursos a actividades de ciencia y tecnología, mientras que en etapas posteriores del desarrollo la innovación es fundamental para el crecimiento.

Según el estudio de Maravert Alba et al. [13], se mostró que México no figura dentro del ámbito mundial por su creación de patentes. Por lo que señalan entre sus propuestas el fomentar la investigación en ciencias sociales como apoyo a las políticas públicas, establecer mecanismos desburocratizados para que los científicos de cada país puedan radicar en otro de la región y estimular la inversión privada en I+D a través de acciones que canalicen las inversiones hacia emprendimientos de alta tecnología, promover empresas basadas en conocimiento y por último dar incentivos a la inversión privada en I+D.

En un estudio más reciente Ríos Flores y Ocegueda [14] realizaron un análisis para estimar el efecto que ejerce la capacidad innovadora (CI) en el crecimiento económico de los estados de México en el periodo de 1998 a 2013, resaltando las diferencias de su contexto, comparando a su vez los efectos presentados en el ingreso por dos indicadores de innovación: las patentes, como indicador tradicional, y el indicador agregado de actividades innovadoras.

Los resultados del análisis de Ríos Flores y Ocegueda [14] encontraron que, para el caso de los efectos de la innovación en el ingreso, solo el indicador de la CI presentó efectos positivos y significativos de 3% en promedio general, 7.5% para la región norte y 5.7% para entidades con alta integración al mercado internacional. La evidencia de su trabajo les permitió aceptar su hipótesis de que la CI tiene un efecto estadísticamente significativo y positivo en el crecimiento económico para las entidades que han desarrollado sistemas de innovación sólidos, mientras que en los estados con sistemas de innovación débil la CI no fue significativa.

Por otra parte, en los resultados para el caso del comparativo entre efectos de las variables de innovación, las patentes no presentaron significancia estadística en las especificaciones y modelos utilizados por los autores, mientras que la CI presentó efectos significativos en la mayoría de los modelos. Al resaltar las diferencias de contexto, encontraron que el efecto de la capacidad para innovar presenta efectos significativos solo en las entidades de la frontera norte y las de mayor integración al mercado internacional, cuya característica común es la exposición y dependencia al exterior [14].

Finalmente, Ríos Flores y Ocegueda [14] concluyen que las agrupaciones estatales que presentan efectos significativos de la CI son estados que poseen un gran cumulo de empresas de base tecnológica, y que para el caso de estudio *“en términos generales, la creación de conocimientos y la estructura tecnológica es una condición necesaria para la generación de innovaciones y de competitividad industrial, pero no suficiente”*[14, p. 18].

Estos resultados destacan que, a través de estos estudios podemos reconocer que el efecto de la inversión en I+D varía según el país, el sector y el tipo de economía en el cual se realice, lo que refuerza la idea de que este trabajo puede aportar más información sobre el tema.

III. MATERIALES Y METÓDO

En cuanto al diseño metodológico de la investigación, cabe resaltar que el tipo de estudio es no experimental, longitudinal de tendencia, de correlación-causal. El área de estudio comprende al país México. Se plantea que existe una relación causal positiva entre la inversión en I+D y el crecimiento económico de México.

En la definición y medición de variables, tenemos que el objeto de estudio es el efecto de la inversión en I+D (innovaciones y capital humano) en el crecimiento económico del país el cual se puede observar a través del crecimiento del PIB. Así, las principales variables elegidas para analizar esta relación se presentan como sigue:

- a) Crecimiento económico (PIB): incremento de la producción del PIB en un periodo determinado.
- b) Gasto en Investigación y Desarrollo (GIDE): porcentaje del PIB destinado a realizar investigación y desarrollo experimental compuesto por el gasto público y privado utilizado para estas actividades dentro del país en un año dado, muestra la inversión en I+D que el país lleva a cabo para apoyar el desarrollo nacional [15].
- c) Capital humano: valor económico de las habilidades profesionales de los trabajadores medido en personas dedicadas a actividades de I+D por cada mil de la PEA.

Para las técnicas e instrumentos para la recolección de información, los datos de la investigación se tomaron de datos oficiales de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología: Interamericana e Iberoamericana (RICYT) (datos correspondientes al personal ocupado en actividades de I+D), y de la base de datos del Banco Mundial (indicadores de gasto en I+D como porcentaje del PIB y crecimiento del PIB porcentaje anual).

Finalmente, a través de un diagrama de dispersión por medio del software SPSS 26 se realiza un análisis para conocer la relación entre la inversión en I+D y el crecimiento económico (medido a través del PIB) durante el periodo de 1996 a 2018. Los datos utilizados para el análisis se presentan de la siguiente forma, con una longitud de 23 datos para cada serie.

TABLA I. CRECIMIENTO DEL PIB, INVESTIGADORES Y GIDE

Año	PIB crecimiento anual	Investigadores por cada 1000 de la PEA	GIDE
1996	6.7733	0.5402	0.2507
1997	6.8469	0.5551	0.2762
1998	5.1639	0.5609	0.3020
1999	2.7536	0.5518	0.3441
2000	4.9425	0.5652	0.3061
2001	-0.4044	0.5877	0.3242
2002	-0.0398	0.7765	0.3543
2003	1.4464	0.8129	0.3931
2004	3.9206	0.9465	0.3882
2005	2.3078	1.016	0.3984
2006	4.4951	0.8173	0.3692
2007	2.2914	0.8318	0.3983
2008	1.1436	0.8048	0.4439
2009	-5.2857	0.8949	0.4795
2010	5.1181	0.7902	0.4949
2011	3.6630	0.801	0.4713
2012	3.6423	0.5679	0.4210
2013	1.3541	0.5777	0.4250
2014	2.8498	0.6031	0.4353
2015	3.2932	0.6479	0.4294
2016	2.6305	0.7243	0.3878
2017	2.1131	0.7219	0.3283
2018	2.1950	0.7055	0.3071

Fuente: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS> [16]

<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG> [17]

http://app.ricyt.org/ui/v3/bycountry.html?country=MX&subfamily=CTI_HP&start_year=2011&end_year=2020 [18]

Desde la perspectiva de la teoría del crecimiento endógeno, la inversión pública en ciencia y tecnología es un pilar del crecimiento económico, de acuerdo con esta teoría tanto la inversión pública como la privada en la investigación y desarrollo de capital humano tiene un papel fundamental en el desarrollo económico. La evidencia histórica demuestra el nivel de certeza de esta hipótesis [3].

En el 2018 de los veinte países con mayor Índice de Desarrollo Humano (IDH) once son países que destinaron un porcentaje mayor al 2% del PIB a gastos de I+D (tabla 1). Por su parte, México se ubicó en la posición 74 entre los países con alto IDH según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con una cifra de 0.776, mientras que el porcentaje del PIB que destinó a gasto en I+D fue de solo 0.31% [19], una cifra que se encuentra muy por debajo del resto de países de la tabla. Por tanto, podemos asumir que el nivel de gasto destinado a actividades de I+D está relacionado con el desarrollo de las economías de los países, por el contrario, mientras menor es este gasto menor significancia tiene en la economía.

TABLA II. PAÍSES DEL MUNDO CON ALTO ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO Y GASTO EN I+D COMO PORCENTAJE DEL PIB, 2018

Posición IDH	País	IDH	GID % PIB
Alto IDH y Gasto en I+D mayor a 2% del PIB			
1	Noruega	0.956	2.07
4	Islandia	0.946	2.03
6	Alemania	0.946	3.09
7	Suecia	0.943	3.34
8	Países Bajos	0.942	2.16
10	Dinamarca	0.939	3.06
11	Finlandia	0.937	2.77
14	Bélgica	0.930	2.82
17	Estados Unidos	0.925	2.84
18	Austria	0.921	3.17
19	Japón	0.917	3.26
Alto IDH y Gasto en I+D mayor a 1% del PIB			
2	Irlanda	0.951	1.15
13	Reino Unido	0.928	1.72
16	Canadá	0.928	1.57
Países con mayor gasto en I+D % PIB			
19	Israel	0.916	4.95
23	Corea del Sur	0.914	4.81
México			
74	Mexico	0.776	0.31

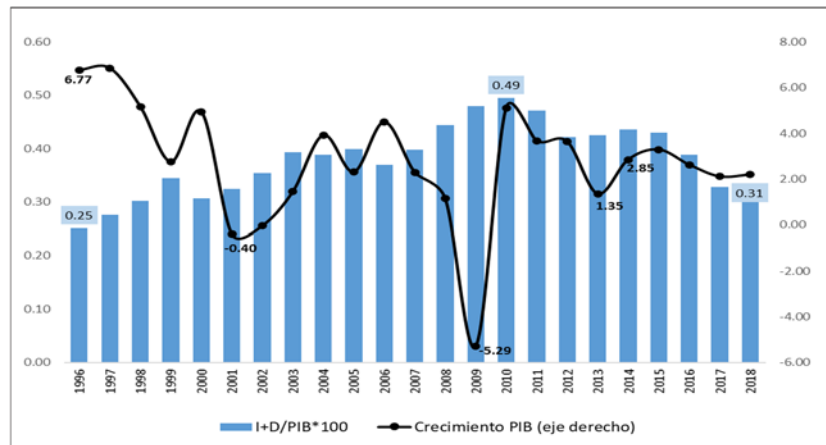
Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2021), Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). *Índice de Desarrollo Humano*.

Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [20] (OECD por sus siglas en inglés), México se encuentra por debajo del 2.43% que los países de la OECD destinan al gasto de I+D, siendo parte de los países con menor porcentaje destinado a I+D, incluso por debajo de países como Argentina (0.50%), Chile (0.36%) y Colombia (0.31%), y manteniéndose muy alejado de las cifras de los dos países con mayor inversión en I+D a nivel internacional, es decir Israel y Corea del Sur con 4.95% y 4.81%, respectivamente. Para el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, CEFP [3] este contexto sugiere para México la necesidad de fortalecer las políticas públicas en la materia.

Maravert Alba et al. [13], mencionan que la ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, la educación y otros requerimientos sociales. Esto hace de suma importancia el conocer el comportamiento de los principales indicadores en el contexto nacional, es decir, los indicadores de crecimiento, gasto en I+D y capital humano.

En el periodo de estudio considerado, 1996-2018, la economía mexicana ha registrado altibajos en el crecimiento, con una tasa promedio de 2.75%. En años recientes, de 2015 a 2018, alrededor de 2%. En la siguiente gráfica, además de observar la curva de crecimiento del PIB, se presenta el comportamiento del gasto en I+D como porcentaje de éste. En general, se puede apreciar que no existe una relación de corto plazo importante entre las dos variables, es decir, periodos de crecimiento del PIB no se relejan en un aumento en el gasto en I+D y viceversa. Lo que se puede decir es que este gasto, considerado como una inversión importante para el crecimiento de largo plazo, registró un crecimiento más o menos sostenido de 1996 a 2010; a partir de entonces comenzó a reducirse, aunque en 2018 la proporción gastada sigue siendo superior a la de 1996. Fue en 2010 cuando se gastó más en I+D como porcentaje del PIB.

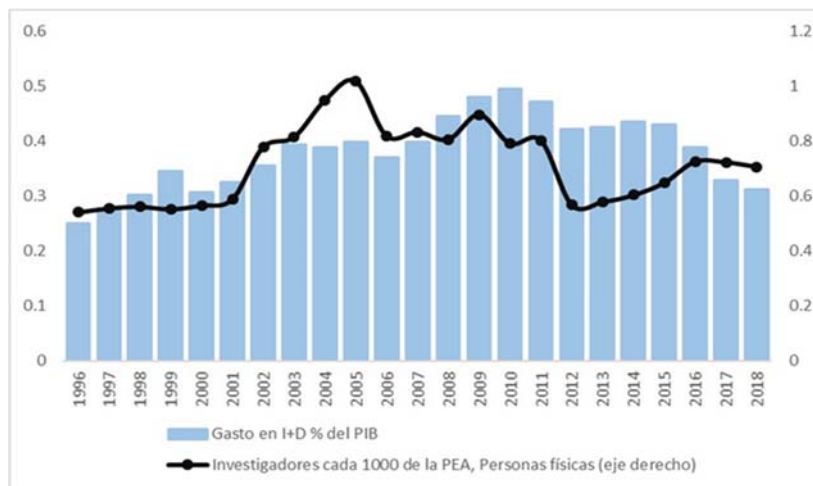
GRÁFICO I. MÉXICO: CRECIMIENTO DEL PIB Y GASTO EN I+D, 1996-2018



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial (s.f.; 2021) Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) y Crecimiento del PIB (% anual)

Ahora bien, si se analiza la relación entre el gasto de I+D y el capital humano como diversos autores recomiendan, es decir la cantidad de investigadores por cada 1000 de la población económicamente activa (PEA) podremos ver que de 1996 a 2001 el indicador de investigadores por cada mil de la PEA parece relativamente estable repuntando en los años posteriores hasta 2006 (gráfico 2), siendo 2005 el año con la mayor cifra de 1.016 investigadores por cada mil personas de la PEA. Sin embargo, pese a las fluctuaciones observadas en este indicador, en general se puede decir que la cantidad de investigadores ha aumentado a lo largo del periodo, pues al final del periodo registró una cifra de 0.705 investigadores por cada mil de la PEA en 2018, mayor que la cifra inicial de 0.540 en 1996 [18].

GRÁFICO II. MÉXICO: INVESTIGADORES EN I+D Y GASTO EN I+D, 1996-2018



Fuente: elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2021) y Ricyt (2021). Nota: Investigadores cada 1000 de la PEA (EJC): Investigadores: Incluye becarios de I+D

Aunque a simple vista no podemos asegurar que exista una relación directa entre estos indicadores, se puede observar que, para algunos años, cuándo el gasto en I+D aumenta lo hace también el indicador de investigadores y viceversa. Al inicio del periodo, hasta 2001, ambos indicadores se mantuvieron relativamente estables, sin muchas variaciones, a excepción del gasto en I+D en 1999 pues en ese año la cifra destinada, con respecto a años anteriores aumentó sustancialmente para regresar a una cifra similar a las pasadas en el año siguiente. Luego, a partir del 2002 se registró un aumento en el gasto de I+D, así como en la cifra de investigadores hasta 2006 cuando ambos indicadores tuvieron una reducción en la cifra.

Finalmente, hacia el final del periodo, a partir de 2012 la relación entre estas variables parece mostrarse de forma más directa, pues ambos indicadores sufrieron aumentos y descensos similares durante los mismos años. Con esto podemos asumir que la inversión en investigación y desarrollo ayuda a producir una mayor cantidad de investigadores que pueden producir nuevas técnicas e innovaciones que mejoren la economía y el bienestar.

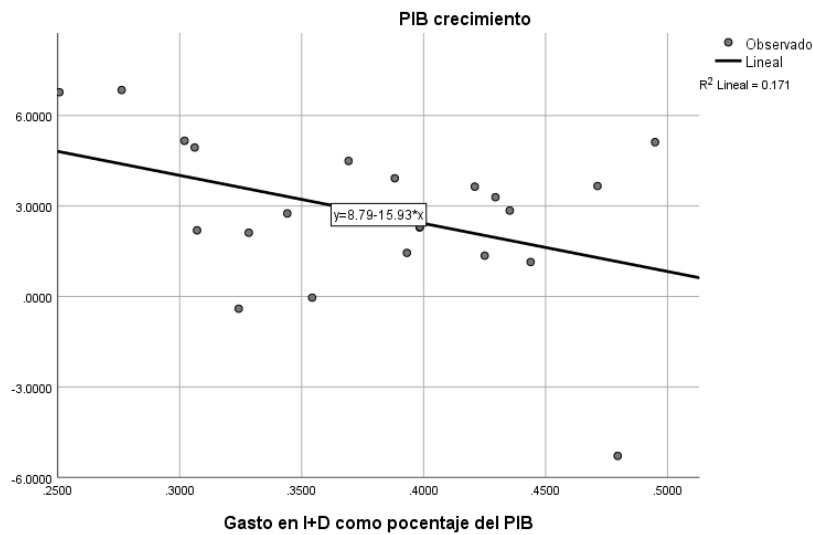
IV. DISCUSIÓN, ANÁLISIS Y RESULTADOS

Sobre el rezago de México en los indicadores de inversión en I+D, el CEFEP [3] menciona que la instrumentación de las políticas públicas en materia de ciencia y tecnología no ha sido consistente o participativa, careciendo de una visión de largo plazo, lo que en consecuencia ha traído un desarrollo de la ciencia y tecnología aleatorio al carecer de la prioridad para el desarrollo nacional. Agrega que por esto se identifican áreas de oportunidad en la implementación de políticas de largo plazo además de la vinculación real con sectores académicos y productivos.

A. Diagramas de dispersión

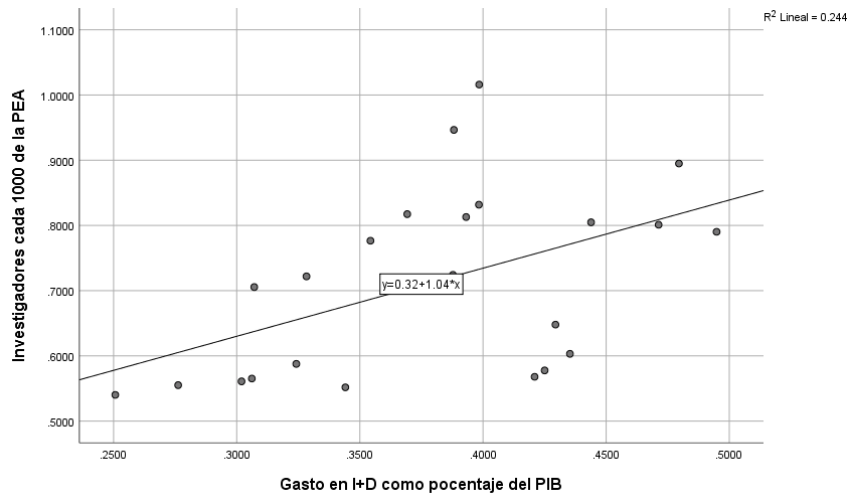
A través del diagrama de dispersión se observó que, para el caso de la relación entre el gasto en I+D y el crecimiento del PIB, parece mostrarse una relación inversa entre las variables durante el periodo.

GRÁFICA III. CORRELACIÓN CRECIMIENTO DEL PIB Y GASTO EN I+D



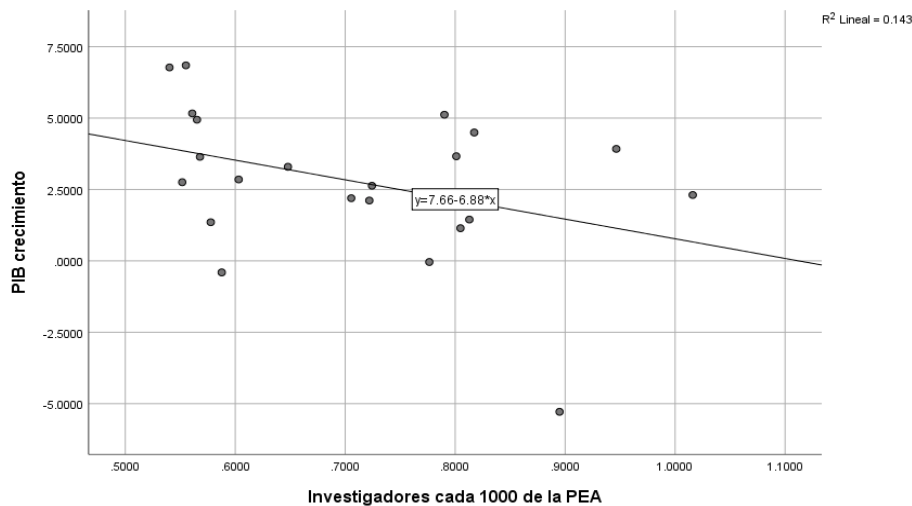
Por parte de la relación entre el gasto en I+D y la cantidad de investigadores por cada 1000 de la PEA se aparenta una relación correlacional con tendencia positiva.

GRÁFICA IV. CORRELACIÓN ENTRE GASTO EN I+D Y CANTIDAD DE INVESTIGADORES



Sin embargo, el gráfico de dispersión de la relación entre la cantidad de investigadores y el crecimiento del PIB durante el periodo señalado aparenta una relación negativa.

GRÁFICA V. CORRELACIÓN ENTRE CANTIDAD DE INVESTIGADORES Y CRECIMIENTO DE PIB



Al obtener el coeficiente de Pearson para observar la relación de estas variables durante el periodo de 1996 a 2018 se obtuvo que, para el caso de la relación entre el gasto en I+D y el crecimiento del PIB de México, -con un nivel de significancia de 0.05-, existe una correlación negativa débil entre las variables. Es decir, que mientras en GIDE aumenta el crecimiento del PIB porcentual disminuye. Por su parte, para el caso de la correlación entre el gasto en I+D como porcentaje del PIB y la cantidad de investigadores por cada 1000 de la PEA se encontró que, -con un nivel de significancia del 0.05-, existe una correlación positiva, es decir que a medida que el GIDE aumenta lo hace también la cantidad de investigadores, aunque dicha correlación es débil.

B. *Correlación Pearson*

GIDE Y CRECIMIENTO DEL PIB

Correlaciones

		Gasto en I+D como pocentaje del PIB	PIB crecimiento
Gasto en I+D como pocentaje del PIB	Correlación de Pearson	1	-.414*
	Sig. (bilateral)		.050
	N	23	23
PIB crecimiento	Correlación de Pearson	-.414*	1
	Sig. (bilateral)	.050	
	N	23	23

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

GIDE E INVESTIGADORES POR CADA 1000 DE LA PEA

Correlaciones

		GIDE	Investigadore s cada 1000 de la PEA
GIDE	Correlación de Pearson	1	.494*
	Sig. (bilateral)		.017
	N	23	23
Investigadores cada 1000 de la PEA	Correlación de Pearson	.494*	1
	Sig. (bilateral)	.017	
	N	23	23

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Finalmente, para el caso de la relación entre las variables de investigadores y crecimiento del PIB no se observó una relación significativa entre la cantidad de investigadores y el crecimiento económico durante el periodo.

INVESTIGADORES POR CADA 1000 DE LA PEA Y CRECIMIENTO DEL PIB

Correlaciones

		PIB per capita	Investigadore s cada 1000 de la PEA
PIB per capita	Correlación de Pearson	1	-.379
	Sig. (bilateral)		.075
	N	23	23
Investigadores cada 1000 de la PEA	Correlación de Pearson	-.379	1
	Sig. (bilateral)	.075	
	N	23	23

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: PIB crecimiento

Ecuación	R cuadrado	Resumen del modelo				Estimaciones de parámetro	
		F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	.171	4.336	1	21	.050	8.795	-15.933

La variable independiente es Gasto en I+D como porcentaje del PIB.

V. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de correlación obtenidos coinciden con los recabados por Rendón Ochoa [11], indicando que, para el caso de México, durante el periodo de 1996 a 2018, el crecimiento tuvo una relación inversa comparada con el gasto en I+D, contrario al planteamiento de esta investigación que supone que el crecimiento se ve afectado de forma positiva por esta inversión. Por otra parte, pese a que se observó que un mayor gasto en I+D influyó de forma positiva a la cantidad de investigadores, la cantidad de investigadores no presentó un efecto significativo en el crecimiento del PIB.

Sobre los resultados, es posible que la relación imprecisa entre estas variables sea debido al bajo nivel del gasto destinado a actividades de I+D en el país. Por su parte, autores como Rendón Ochoa [11] indica que este tipo de resultados se deben al efecto *catch up*, que genera incentivos en los países en desarrollo a invertir en capital antes que en I+D, provocando que los stocks de I+D no sean suficientes para aportar al crecimiento del PIB. Como Mencionan Maravert alba et al. [13] la baja proporción destinada a actividades de tecnología e investigación puede deberse a la actual estructura industrial del país que incluyen una base interna de investigación y competencias deficiente.

Así, con lo analizado en este capítulo se concluye que México mostró un desempeño pobre en comparación con el resto de países seleccionados, presentando un rezago en el sector de ciencia y tecnología. El mal diseño de las políticas públicas genera un porcentaje de gasto en actividades de I+D reducido, lo que hace difícil de comparar y analizar el efecto de sus indicadores sobre el crecimiento económico. Maravert Alba et al [13] comentan existe una dependencia de México hacia las exportaciones de productos derivados del petróleo, lo que provoca la conformidad a nivel interno gubernamental que no incentiva a tomar medidas para fomentar la competitividad. Así mismo, suponen que el impulso e inversión en las investigaciones científicas pueden eliminar esta dependencia elevando los ingresos por exportaciones en bienes de alta tecnología. Esto nos lleva a suponer que, -de mejorar las políticas públicas de ciencia y tecnología, e incentivar a las empresas a invertir en este sector-, los efectos de la inversión en I+D se verían acrecentados y entonces, quizás, tanto el gasto en I+D como el crecimiento económico del país, podrían incrementarse.

REFERENCIAS

[1] Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037.

[2] Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5 part 2), 71–102

[3] Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2020). *Evolución de los recursos federales aprobados para la ciencia y el desarrollo, 2012-2021*. (Nota informativa). <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2020/notacefp0682020.pdf>

[4] Coll Morales, F. (2018). Invertir en I+D, la solución a un mundo competitivo. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/invertir-en-id-solucion-al-mundo-competitivo/>

[5] Jiménez, F. (2011). *Crecimiento económico: enfoques y modelos*. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

[6] Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico* (A. Vila, trad.; 2nd ed.). Antoni Bosch.)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). *Índice de Desarrollo Humano*. [Conjunto de datos]

[7] Montoya Suárez, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. *Scientia Et Technical*, X (25), 209–213.

[8] Romer, P. M. (1987). Growth based on increasing returns due to specialization. *The American Economic Review*, 77(2), 56–62.

- [9] Destinobles A. G. (2007). *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. www.eumed.net/libros/2007a/243/
- [10] Marroquín Arreola, J., & Ríos Bolívar, H. (2012). Inversión en investigación y crecimiento económico: un análisis empírico desde la perspectiva de los modelos de I+D. *Investigación Económica*, LXXI(282), 15–33.
- [11] Rendón Ochoa, J. F. (2014). *Inversión en investigación y desarrollo y su influencia en el crecimiento económico de algunos países en desarrollo de Latinoamérica* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]
- [12] Ríos Flores, A. J., & Castillo Arce, M. L. (2015). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico. Análisis comparativo entre países desarrollados y en desarrollo. *Región y Sociedad*, XXVII (64), 110–138.
- [13] Maravert Alba, M. I., Molina Hernández, J. A., & Molina Ramírez, J. A. (2016). El gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) en México, promotor del crecimiento económico. *Revista Ciencia Administrativa*, I, 109–125. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2016/11/11CA201601.pdf>
- [14] Ríos Flores, J. A., & Ocegueda, J. M. (2018). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico de las entidades federativas en México. *Estudios Fronterizos*, 19(e013). <https://doi.org/10.21670/ref.1813013>
- [15] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (s. f.). Sistema Integrado de información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (Siicyt). Indicadores, *Gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB)*. siicyt.gob.mx. <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/indicadores/item/gide-pib-2>
- [16] Banco Mundial (2021). Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) [Conjunto de datos]. <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- [17] Banco Mundial (2021). Crecimiento del PIB (% anual) [Conjunto de datos]. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- [18] Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología: Interamericana e Iberoamericana (RICYT). (2021) Indicadores de Recursos Humanos en I+D y Patentes, México [Conjunto de datos] <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/2864>
- [19] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020) <https://www.undp.org>
- [20] Organization for Economic Co-operation and Development. (2020). *Research and development (R&D) - Gross domestic spending on R&D - OECD Data*. OECD Data. <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>