

Impacto del capital humano y la tecnología en el crecimiento económico de países en desarrollo previo al covid-19

Alan Aurelio Ortega Soto¹

Resumen

El objetivo de este trabajo es conocer el impacto del capital humano y la tecnología en el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo entre 2000-2019. Para ello se estimó una regresión por panel de datos bajo la especificación de efectos fijos. Se obtuvo relaciones negativas del capital humano y la tecnología con el crecimiento económico. La relación entre el capital humano y el crecimiento económico se ve justificado por un fenómeno de migración externa llamado fuga de cerebros, mientras que el tipo de vinculación entre la tecnología y el crecimiento económico se debe a un desplazamiento de la fuerza laboral por parte del impacto de las TICs.

Palabras clave: Crecimiento económico, capital humano, tecnología

Introducción

Un incremento en el crecimiento económico de un país resulta en una mayor inversión privada (aumentando la infraestructura de los países y mejorando el capital humano), mayor captación de tecnología y financiamiento, y una fuerte participación en el comercio internacional, todo esto influyendo en la estabilidad económica de la región.

El crecimiento económico siempre ha sido un tema de gran interés para muchos economistas. Estudiar esta área lleva a los estudiosos a conocer cuáles son las determinantes que puedan asegurar una estabilidad económica en los países y particularmente, en las familias. Es por ello que, durante el tiempo varios economistas han compartido distintos modelos de crecimiento económico donde se ponen en discusión los factores que más impactan en la economía de los países.

¹ Estudiante de 7mo semestre del PE en Economía de la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Sociales y Políticas. Correo: alan.ortega85@uabc.edu.mx

A finales del siglo XX, los avances en tecnología y el desarrollo de habilidades y conocimientos de los individuos, conocido como capital humano, han puesto en evidencia que han jugado un papel importante en el crecimiento de la economía de los países más ricos del mundo.

Un gran número de artículos dedicados a estudiar los efectos del capital humano y la tecnología sobre el crecimiento económico son exclusivamente abarcados en países desarrollados, y los que abarcan a los países en vías de desarrollo no llegan a ser tan actuales. Por lo que el objetivo de este análisis es responder las preguntas de ¿cómo impacta el capital humano y la tecnología en el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo?, ¿cómo influye la calidad educativa que adquiere el capital humano en el crecimiento económico? y ¿qué tan vinculada esta la adopción de TICs en el crecimiento económico? Tomando a 18 países considerados como países emergentes entre el 2000 y el 2019, dado que es en este periodo donde se reportan mayores aumentos en tecnología y capital humano. A manera de hipótesis, se espera que tanto el capital humano tenga un impacto positivo en el crecimiento económico, mientras que las TICs, de igual forma, brinde aumentos a la variable dependiente debido a que una mejoría en las técnicas, conocimientos o recursos pueden beneficiar a la producción de bienes y servicios. En conjunto, se espera que ambas variables afecten positivamente al crecimiento económico de los países en vías de desarrollo.

La actual investigación se divide en las siguientes secciones: la segunda sección abarca una revisión de literatura sobre la evolución de los modelos de crecimiento económico, así como una consulta en las conclusiones de otros autores sobre el capital humano y la tecnología con el crecimiento económico. En la tercera sección se aborda la metodología utilizada para llevar a cabo el análisis del tema. En la cuarta sección se interpretan los resultados obtenidos, Por último, en la quinta sección se realiza las conclusiones generales y recomendaciones tomando de base los resultados obtenidos.

Evolución de los modelos de crecimiento económico

Debido al contexto y época en el que se encontraban los economistas, el crecimiento económico ha adoptado distintos enfoques, donde las determinantes de este fenómeno

económico han variado en el tiempo. Otro motivo es que algunas limitantes que se encontraban en algunos modelos de crecimiento económico invitaban a que otros economistas compartieran modelos de crecimiento cada vez más amplios y acercados a la realidad actual.

De los primeros modelos de crecimiento económico con más relevancia está el de Harrod (1939) y Domar (1946), donde ambos, partiendo de las ideas keynesianas, sugieren que la inversión y el ahorro son determinantes que afectan enormemente al crecimiento. Harrod y Domar comentaban que para obtener un crecimiento económico se requería un crecimiento en el capital, el cual se obtenía de destinar un porcentaje del ingreso a la inversión en capital. Este porcentaje se conoce como tasa garantizada de crecimiento, un término para expresar el crecimiento equilibrado, la cual se define como aquella tasa de crecimiento que hace que el ahorro y la inversión permanezcan constantes. El modelo sugería que la tasa de interés presentaba un doble efecto en la inversión y en el ahorro, donde, si la tasa de interés bajaba, tanto la inversión como el ahorro aumentarían. Sin embargo, este modelo llegó a presentar limitantes, como, por ejemplo, que solo se hayan considerado la inversión y el ahorro en el modelo, excluyendo otros factores, o el hecho de que el modelo se base en una economía cerrada. Aun así, al ser uno de los primeros modelos de crecimiento económico, esto abrió una puerta para que más economistas compartieran sus ideas (Domínguez, 2017).

Partiendo del modelo de Harrod-Domar surge el modelo Solow-Swan en 1956, que a diferencia del primer modelo que se basa en un enfoque de demanda agregada, en este, su enfoque es en la oferta agregada, y es en este modelo donde se empieza a dar más protagonismo al progreso tecnológico y la acumulación de capital físico. En este modelo surge el concepto de estado estacionario, que es aquel punto donde las variables permanecen constantes. Solow y Swan comentaban que antes de llegar a ese punto, los países tienen tasas de crecimiento altas, pero una vez que pase dicho punto, sus tasas de crecimiento se verían disminuidas. Con esto se concluye que, habrá un momento en que los países pobres alcanzaran a los países ricos, generando un punto de convergencia. Este modelo a pesar de considerar más variables que expliquen el

crecimiento económico tampoco estuvo exento de restricciones, y es que el crecimiento económico se consideraba como una variable exógena, la cual no dependía de la inversión, conocimiento o ahorro. Esto sería posteriormente tratado por Romer (Gutierrez *et al.*, 2004).

En 1991, Romer, buscaba superar las limitaciones que existan en el modelo Solow-Swan e introduciendo la tecnología y el capital humano como factores endógenos del crecimiento económico. De acuerdo con Romer (1991), su modelo parte de 3 premisas, la primera es que el cambio tecnológico se encuentra dentro del crecimiento económico, ya que funciona como un incentivo para la acumulación de capital. La segunda premisa dice que los incentivos del mercado juegan un rol importante en la transformación de conocimiento nuevo en bienes. Por último, la tercera premisa es que el desarrollo de instrucciones mejores es equivalente a incurrir en un costo fijo. Para Romer, el conocimiento se divide de 2 maneras, una siendo la tecnología o todas aquellas técnicas de producción para aumentar la productividad, y la otra siendo el capital humano, el cual se refiere a la educación y habilidades que cuenta la fuerza laboral (Romer, 1991).

Al igual que el modelo de Romer, Barro y Sala-i-Martin (2018) consideran que tanto la inversión en educación para crear capital humano, como la inversión en tecnología, juegan un papel crucial en el crecimiento económico de los países. Además de esto, Barro y Sala-i-Martin destacan el término de externalidad positiva, la cual consiste en que la inversión no solo beneficia la productividad del inversionista. Suponga que una empresa A desarrolla una nueva tecnología, este nuevo conocimiento no solo se queda en esta empresa, si no que pasa a ser del conocimiento de agentes externos, beneficiando a la sociedad en su conjunto, impactando en la economía del país.

Si bien todos los modelos de crecimiento económico concluyen que la inversión en capital humano y tecnología generan ventajas competitivas y aumentos en el crecimiento económico en los países ricos, estos resultados difícilmente se ven reflejados en los países en vías de desarrollo ya que si sus esfuerzos en la innovación

han aumentado, puede que este incremento en la innovación no este complementado de los conocimientos o habilidades necesarios para poder ser un uso correcto y productivo de estas nuevas tecnologías (Ríos-Flores y Mendoza, 2022).

Según García (2000) entre 1960-1985, la contribución de la educación fue determinante en el crecimiento económico de Hong Kong, Indonesia, Japón, Corea del Sur, Malasia, Taiwán, Singapur y Tailandia. En cambio, en las regiones de África y América Latina, el aumento en su crecimiento económico se debía principalmente a los aumentos en el capital físico y la mano de obra. Terrones y Calderón (1993), sugieren que, en el caso de América Latina, hay que orientarse a mejorar la calidad educativa, y establecer programas de reentrenamiento y capacitación. En el caso de México, el capital humano impacta enormemente al PIB per cápita de México, por lo que a pesar del bajo nivel escolar que cuenta el país, se sugiere invertir en dicho sector (Ávila y Saucedo, 2021; Góngora, 2012).

En lo que innovación o tecnología respecta, si los países ricos cuentan con altos niveles de innovación es porque se sometieron a un proceso de varios años donde creaban estrategias para lograr aumentos en este componente. Corea del Sur, Taiwán y Singapur han experimentado grandes avances en la tecnología, resultando en incrementos en el crecimiento de sus respectivas economías. Después de analizar el impacto de la capacidad innovadora con el crecimiento económico de países desarrollados y países en vías de desarrollo, Ríos-Flores (2020) concluye que la capacidad innovadora cuenta con impactos positivos en el crecimiento económico de los países ricos, al contrario de los países en vías de desarrollo, que presentaron resultados no significativos, argumentando que los países ricos poseen industrias con tecnología moderna, mientras que los países pobres, al ser seguidoras de los países ricos, solo cuentan con industrias con baja o media tecnología.

Granados (2004) utilizó datos de TICs (Tecnologías de Información y Comunicaciones) para saber el impacto de la tecnología en países desarrollados y países en vías de desarrollo. Para ambas categorías de países, mostraron resultados

positivos y significativos, concluyendo que la tecnología aumenta el crecimiento económico en los países pobres.

Metodología

El modelo

La investigación tiene como finalidad conocer el impacto del capital humano y la tecnología en los países en vías de desarrollo. Para ello, se toma como variable endógena el crecimiento económico medido por el PIB per cápita, y como variables exógenas al capital humano y la tecnología. Con el objetivo de llevar a cabo dicho análisis, se aplica la metodología de panel de datos, cuya estructura considera varios individuos en un amplio periodo de tiempo.

Existen 3 especificaciones sobre el panel de datos para poder verificar la relevancia de la estructura, las cuales son pooled, efectos aleatorios y efectos fijos. Para conocer la mejor especificación del modelo a estudiar, se lleva a cabo una serie de pruebas. Iniciando con la Prueba F, la cual indica la relevancia de la estructura del panel. Después, en caso de que la estructura del panel sea relevante, se procede a ejecutar la Prueba Hausman, para determinar el tipo de estructura (aleatorios o fijos) con el que se estimará el panel. Por último, se realiza la Prueba Breusch-Pagan, que se encargará de determinar la estructura más conveniente para el modelo a estudiar. En el caso de este análisis se utilizará la especificación de efectos aleatorios. Esta especificación sugiere que las variaciones individuales no observadas afectan a las unidades de observación a lo largo del tiempo, mejorando la capacidad del modelo para explicar y predecir el comportamiento de las variables.

La ecuación del panel de datos con la estructura de efectos aleatorios del modelo a analizar se expresa de la siguiente forma:

$$dlpibpc_{i,t} = a + \beta_1'lich_{i,t} + \beta_2'ltec_{i,t} + e_i + E_{i,t}$$

donde $dlpibpc_{i,t}$ es el crecimiento económico medido por el PIB per cápita de cada individuo, $lich_{i,t}$ representa el capital humano, y, por último, $ltec_{i,t}$ que indica la tecnología (considerando a los patentes en TICs como un proxy a esta variable) de los

países. Tanto α como β son los coeficientes, i representa a los individuos, t al periodo de tiempo, e hace referencia al error aleatorio para cada unidad de sección cruzada y E es el error del modelo.

Los datos

El modelo toma en cuenta al crecimiento económico como variable dependiente, la cual busca se explicada por el capital humano y la tecnología.

El crecimiento económico es el incremento en la producción de bienes y servicios en una economía de un periodo a otro. En este caso, se toma el PIB per cápita que posteriormente será sometido a logaritmos y a primeras diferencias para poder acercarse al concepto que se tiene de crecimiento económico. Los datos son tomados de la base de datos la OCDE, expresado en dólares.

El capital humano representa el conjunto de habilidades y conocimientos de la fuerza laboral de una economía. Para cuantificar esta variable, se extrajeron datos del índice de capital humano de la base de datos de Penn World Table, la cual considera los años de escolaridad y el retorno de educación de los países.

En el caso de la tecnología se refiere al conjunto de conocimientos técnicos, procesos, métodos y recursos utilizados para la producción de bienes y servicios. Para esta variable, se toma las patentes en Tecnologías de la Información y Comunicación como un proxy de la variable a estimar. Los datos de esta variable se toman de la base de datos de la OCDE, expresado en número de patentes.

Cuadro 1
Las variables

Variable	Concepto	Fuente
dlpibpc	PIB per Cápita	OCDE
lich	Índice de Capital Humano	Penn World Table
ltec	Patentes en TICs	OCDE

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en el cuadro 2 se presenta un resumen estadístico de las variables utilizadas para el modelo anteriormente descrito:

Cuadro 2
Resumen estadístico

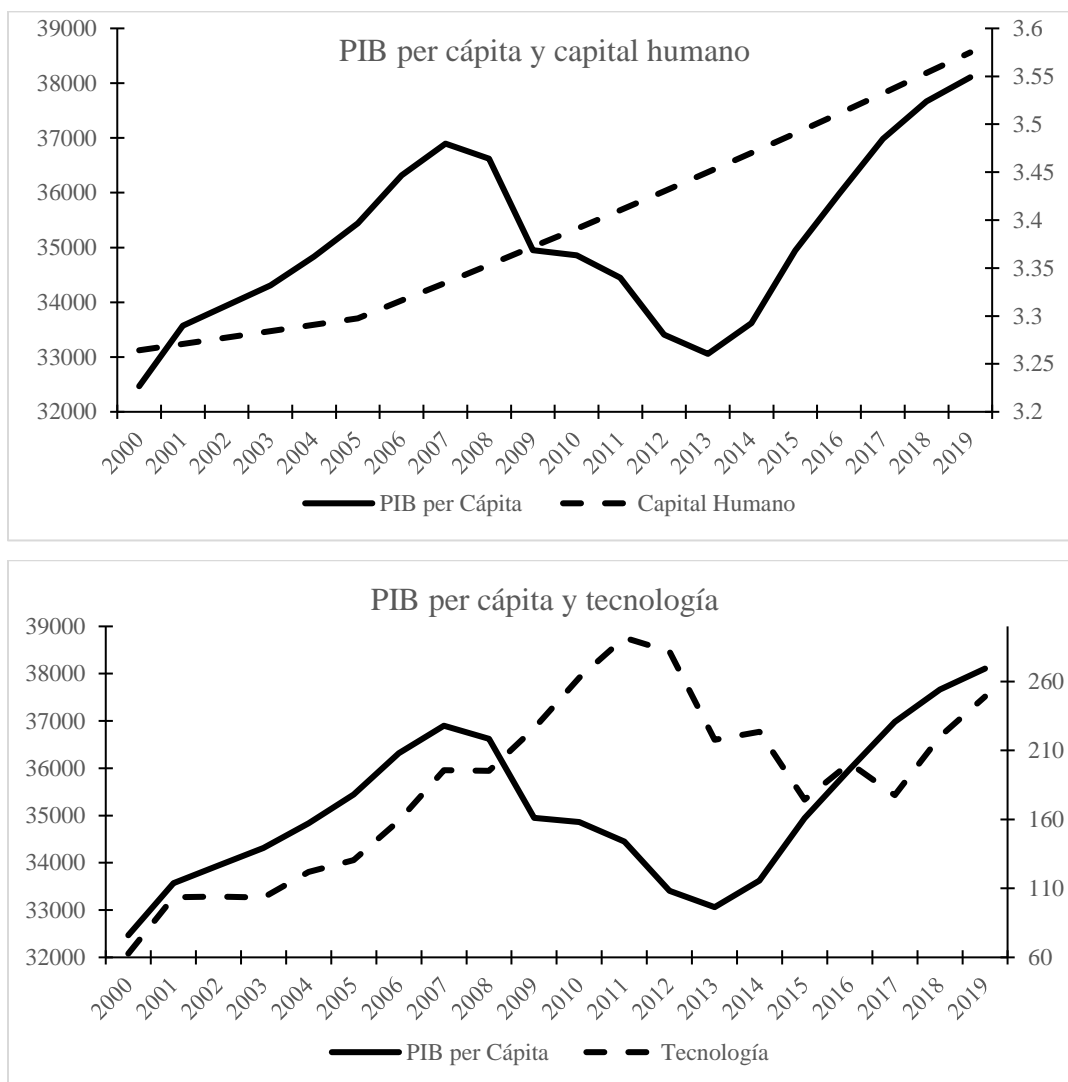
Variable	Obs.	Mean	Desv. Est.	Min.	Máx.
dlpibpc	342	0.025	0.036	-0.156	0.122
lich	360	1.085	0.203	0.693	1.386
ltec	351	3.100	2.026	-2.197	8.878

Fuente: elaboración propia con el programa STATA.

Para llevar a cabo el análisis preliminar del crecimiento económico con el capital humano y la tecnología, se ha seleccionado una muestra representativa de los países en vías de desarrollo a analizar, considerando a aquellos 2 países que cuenten con el promedio del PIB per cápita más alto entre 2000 al 2019. Siendo España y Nueva Zelanda los países seleccionados. En la gráfica 1 se presenta la variable endógena con las variables exógenas, con el fin de mostrar un panorama inicial del comportamiento de dichas variables.

En la gráfica 1 se aprecia como tanto el PIB per cápita de España y el índice de capital humano comparten una relación positiva entre el 2000 y 2008. Pero, esta relación se convierte en negativa debido a que, en 2009, la economía mundial (incluida la de España) se ve perjudicada por los acontecimientos de la Gran Recesión. Esta relación indirecta deja de existir hasta 2013, debido a que la economía española empieza a crecer de nuevo. Desde 2013 hasta el 2019, el PIB per cápita y el capital humano retoman su relación positiva.

Gráfica 1
 El caso de España

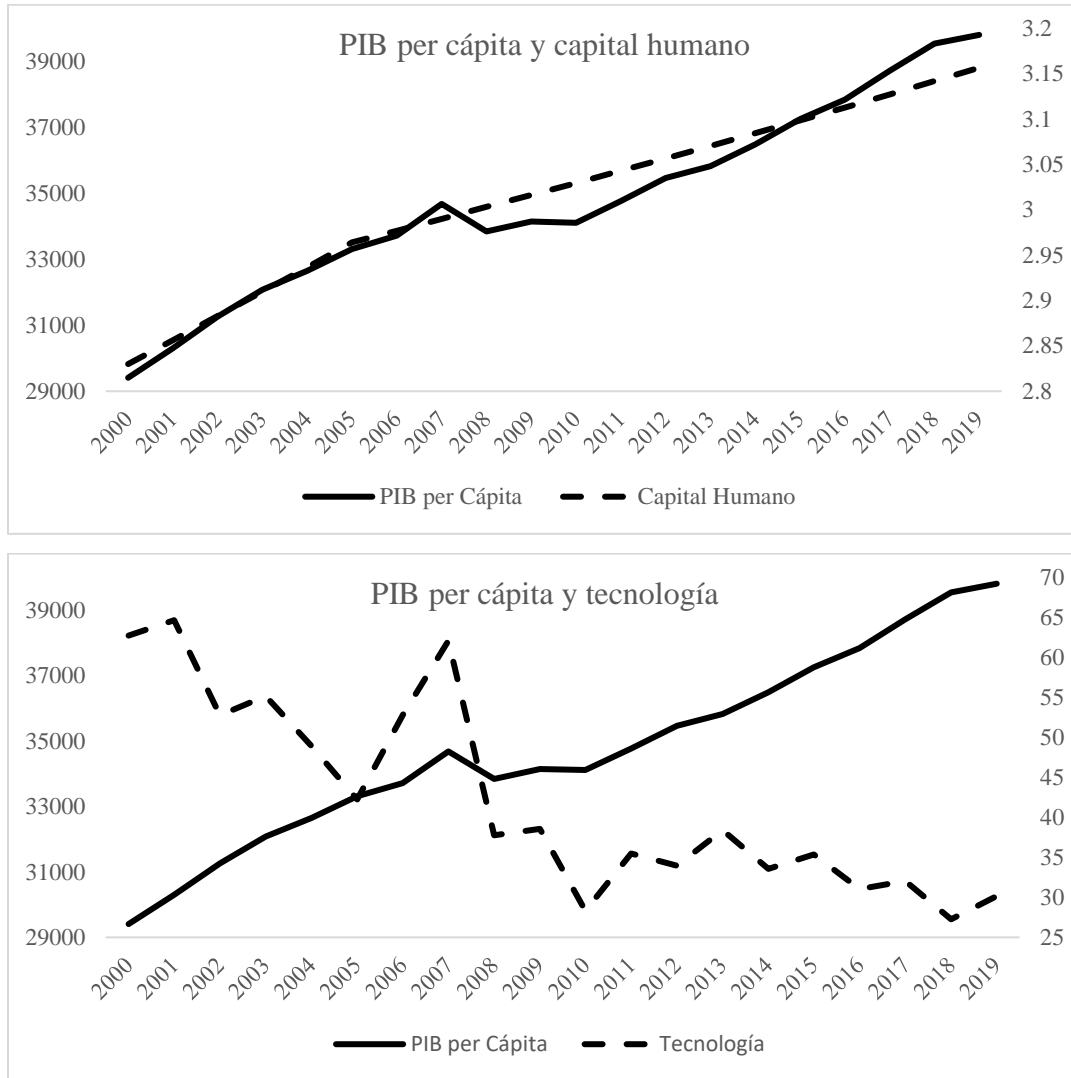


Fuente: elaboración propia con datos OCDE y Penn World Table

En el caso del PIB per cápita y la tecnología en España sugiere de igual forma una variación en cuestión de las relaciones entre dichas variables, destacándose en 3 etapas o lapsos de tiempo. Primero, del 2000 al 2007, se destaca el aumento en conjunto de ambas variables. Después, del 2008 al 2012, la relación pasa a ser negativa, donde la tecnología sigue en aumento, pero el PIB per cápita se ve disminuido, por una parte, por la Gran Recesión, pero también porque dentro de España se experimentó el estallido de una burbuja inmobiliaria, la cual llevaría años en recuperarse. Ya de 2014

en adelante, el PIB per cápita como la tecnología vuelven a compartir una relación positiva. El caso de Nueva Zelanda se presenta en la gráfica 2.

Gráfica 2
El caso de Nueva Zelanda



Fuente: elaboración propia con datos OCDE y Penn World Table

Sorpresivamente, en el caso de Nueva Zelanda, para el periodo analizado, tanto el PIB per cápita como el capital humano han compartido una estrecha relación directa, donde ambas aumentan al pasar del tiempo. La única excepción surge entre 2007-2008, donde el PIB per cápita cae relativamente poco, pero el capital humano sigue en aumento.

Por último, la relación entre el PIB per cápita y la tecnología siempre se ha mostrado negativa, solo que, en antes del 2008, la tecnología está por encima del PIB per cápita, pero después de dicho año, la tecnología está cada vez más en disminución, en cambio el PIB per cápita muestra un crecimiento constante en el tiempo.

En conclusión, el análisis preliminar sugiere que en los países en vías de desarrollo se ha caracterizado por tener cambios en las relaciones del PIB per cápita con el capital humano y la tecnología, por lo que, no es capaz de proporcionar una respuesta concreta para determinar una relación definitiva que mantienen estas variables. Esto último se determinará estimando el modelo a analizar.

Resultados

En el cuadro 3 se presentan las pruebas de selección y en el cuadro 4 los resultados del modelo. Siendo que el resultado de la prueba F es menor a 0.01, 0.05 y 0.1, se rechaza hipótesis nula de la prueba, concluyendo que la estructura del panel es relevante. La prueba Hausman arrojó un estadístico de 0.3642, la cual al ser mayor a 0.01 se acepta hipótesis nula de que la estructura está bajo efectos aleatorios. Por último, al ser que el resultado de la prueba Breusch-Pagan es menor a todos los niveles de confianza, se rechaza hipótesis nula de que la estructura sea de datos agrupados, por lo que se confirma que la estructura del panel está determinada por efectos aleatorios.

Cuadro 3
Pruebas de selección del modelo

Prueba F	Prueba Hausman	Prueba Breusch-Pagan
Prob. > F	Prob. Chi2	Prob. Chi2
0.0000	0.3642	0.0000

Fuente: elaboración propia con STATA

De acuerdo con los resultados obtenidos de la regresión por panel de datos, el capital humano comparte una relación negativa y significativa con el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo, teniendo un efecto del -0.0286% en el crecimiento económico. Esto muestra que un aumento (disminución) en el capital humano, provoca una disminución (aumento) en el crecimiento económico. Esto puede

justificarse con un fenómeno presente en los países con bajo nivel de ingreso, conocido como “fuga de cerebros”. Este fenómeno consiste en que, si bien en los países en vías de desarrollo se invierte en la creación de una fuerza laboral con mejores habilidades y conocimientos, esta fuerza laboral se traslada a otras regiones, preferentemente en países altamente desarrollados, con el fin de captar mejores beneficios. Otra de las razones más allá de un mayor aumento de ingresos o desarrollo humano, también se debe a que el capital humano formado en los países en desarrollo llega a estar sobrecalificado para los puestos que existen en dichos países o simplemente no hay empleos relacionados a su área de conocimiento (Ozden, 2007; Ortega, 2013).

Cuadro 4
 Resultados de la regresión

Variables	Coefficiente	Estadístico T	Z Value
lich	-0.0286	-2.08	0.037
ltec	-0.0033	-2.18	0.029
Constante	0.0673	4.32	0.000

Fuente: elaboración propia con STATA

En el caso de la tecnología medida por las patentes en TICs, esta variable tiene una relación negativa con el crecimiento económico de los países en desarrollo, la cual tiene un efecto del -0.0033% en la variable dependiente. Esta relación indica que, un aumento (disminución) en la tecnología, resulta en una disminución (aumento) en el crecimiento económico. Esto se confirma con lo expuesto en el marco teórico, ya que los países en desarrollo a ser países seguidores de los países ricos, estas no cuentan con un grado de tecnología alta o moderna, la cual los ayude a mejorar sus técnicas, habilidades o recursos de producción (Ríos-Flores, 2020). Pero, si se parte de la idea de que la tecnología es expresada en términos de patentes en TICs para este análisis, se puede brindar otra justificación adicional.

La introducción de las tecnologías de la información ha traído consigo un sin número de beneficios para la sociedad y empresas. Pero conforme va evolucionando la tecnología cada vez obliga a los seres humanos a adoptar una nueva forma de vida,

llegando a modificar o eliminar muchas capacidades humanas (Cano-Pita, 2017). Los *chatbots* utilizados para la atención a clientes pueden ser un ejemplo claro de como la tecnología realiza desplazamientos laborales, generando tensiones económicas y sociales.

Conclusiones

El propósito de este documento es conocer el impacto que tiene el capital humano y la tecnología sobre el crecimiento económico de los países en vías de desarrollo durante el 2000 al 2019.

Los resultados obtenidos rechazan las hipótesis anteriormente expuestas al inicio de trabajo, por lo que tanto los aumentos en el capital humano como en la tecnología pueden disminuir el crecimiento económico de los países en desarrollo. El capital humano comparte una relación negativa y significativa con el crecimiento económico. Los modelos de crecimiento económico destacan que estas variables presentan una relación positiva, pero debido a que en los países pobres no se cuenta con las mejores prestaciones o empleos para que el capital humano interactúe, hace que esta fuerza se desplace a otras regiones que puedan otorgarles mejores beneficios. Por lo que se propone atraer aspectos como una mayor inversión privada que sea capaz de crear empleos y prestaciones atractivas para la fuerza laboral. Para que esto se lleve a cabo, el gobierno debe no solo brindar apoyos en la educación, si no también mejorar la infraestructura del país, aumentar la seguridad e invertir en innovación y tecnología. Estas son características llamativas para las empresas extranjeras.

En el caso de la tecnología, si bien, puede que desplace los trabajos que eran realizados por la fuerza laboral anteriormente, se debe considerar que esto pueda ser un efecto a corto plazo, y que este tipo de desplazamientos puede forzar a la mano de obra a desarrollar nuevas habilidades y conocimientos para conseguir mejores empleos, captando un mayor nivel de ingresos para el trabajador, al igual que mayores aumentos en la productividad, estimulando la actividad económica de los países.

Referencias

- Ávila, J. y Saucedo, A. (2021). Impacto del capital humano en el desarrollo económico de México. En Ríos-Flores y Velarde (coords.), *Innovar para crecer. Temas selectos para economías emergentes*. Mexicali: UABC/UACH/Artificios. Pp. 85-106.
- Cano, G. (2018). *Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología y cambio estructural en las organizaciones*. En <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6313252>
- Barro, R. y Sala-i-Martin, X. (2018). *Crecimiento económico*. España: Reverte.
- Domínguez, E. (2017). *Modelo dinámico Harrod-Domar*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- García, B., (2001). Educación, capital humano y crecimiento. *Ciencia Ergo Sum*. 8 (1), 6-18.
- Granados, R. (2004). *Impacto de la tecnología de información y comunicaciones en el crecimiento económico de los países*. Colombia: Universidad de los Andes.
- Góngora, R. (2012). *El impacto del capital humano y el desarrollo tecnológico en el crecimiento económico de México, un panel de datos para el periodo 2000-2008*. En https://repositorio.unam.mx/contenidos/el-impacto-del-capital-humano-y-el-desarrollo-tecnologico-en-el-crecimiento-economico-de-mexico-un-panel-de-datos-para-e-123495?c=oxxRIP&d=false&q=*&i=3&v=1&t=search_1&as=0
- Gutiérrez, É., Rendón J. y Álvarez R. (2004). El crecimiento económico en el modelo de Solow y aplicaciones. *Semestre Económico*. 7 (14), 15-29.
- Ortega, A. (2013). Fuga de cerebros y crisis en España: los jóvenes en el punto de mira de los discursos empresariales. *Áreas. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, (32), 125-137.
- Özden, C. (2007). Fuga de cerebros en América Latina. En Pula Leite, Susana Zamora y Luis Acevedo (edit), *Migración internacional y desarrollo en América Latina y el Caribe*. México: Secretaría de Gobernación y Conapo. Pp. 469-482.
- Ríos-Flores, J. (2020). *Economías basadas en el conocimiento. Hipótesis y evidencia empírica para los países emergentes*. Mexicali: UABC/Artificios.
- Ríos-Flores, J. & Mendoza (2022). *La capacidad de absorción tecnológica, el crecimiento económico y las diferencias regionales en México*. Mexicali: UABC/Artificios.

Romer, P. (1991). El cambio tecnológico endógeno. *El Trimestre Económico*. 58 (231), 441-480.

Terrones, M. y Calderón, C. (1993). Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina. *Economía*, 16 (31), 23-69.