

## **Innovación tecnológica y su incidencia en la formación de capital humano en el Ecuador**

### **Technological innovation and its impact on the formation of human capital in Ecuador**

DOI: 10.46932/sfjdv5n9-036

Received on: Aug 19<sup>th</sup>, 2024

Accepted on: Sep 09<sup>th</sup>, 2024

#### **Annir Cleisner Castro Palma**

Estudiante de Economía

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Av. Quito, km. 11/2, vía a Santo Domingo, Quevedo, Ecuador

Correo electrónico: acastrop3@uteq.edu.ec

#### **Jostin Steven Garcia Maldonado**

Estudiante de Economía

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Av. Quito, km. 11/2, vía a Santo Domingo, Quevedo, Ecuador

Correo electrónico: jgarciam11@uteq.edu.ec

#### **Ana Cristina Reina Pinto**

Estudiante de Economía

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Av. Quito, km. 11/2, vía a Santo Domingo, Quevedo, Ecuador

Correo electrónico: ana.reina2018@uteq.edu.ec

#### **Jorge Luis Bernal Yamuca**

Candidato a Doctor en Economía por la Universidad de Salamanca

Institución: Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Dirección: Av. Quito, km. 11/2, vía a Santo Domingo, Quevedo, Ecuador

Correo electrónico: bjorgel@uteq.edu.ec

### **RESUMEN**

La tecnología transforma radicalmente la educación y se convierte en un pilar esencial para la formación de capital humano en el siglo XXI. En este sentido, el presente artículo busca determinar la incidencia de la innovación tecnológica en la formación de capital humano en el Ecuador durante el periodo 2000-2022, con el fin de promover el desarrollo social y la competitividad del país. Para este propósito, se utiliza un enfoque mixto con alcances descriptivos y explicativos, empleando un diseño no experimental de tipo longitudinal y la estimación de un modelo de regresión múltiple basado en la teoría de capital humano, utilizando datos de series de tiempo extraídos de la base de datos de acceso abierto del Banco Mundial. Los hallazgos revelan que la implementación de políticas públicas como: Los planes de desarrollo, el plan de becas nacionales y extranjeras, la agenda de transformación productiva y la agenda de innovación y competencia resultan efectivos para fomentar un entorno propicio de innovación tecnológica e integración en la formación educativa y profesional del contexto ecuatoriano. Además, el modelo de regresión indica que la innovación tecnológica tiene

un impacto estadísticamente significativo en la formación del capital humano ecuatoriano. La investigación concluye que, a pesar de los grandes avances generados por las políticas implementadas, es necesario fortalecerlas para lograr optimizar su impacto y asegurar un desarrollo continuo.

**Palabras clave:** Innovación Tecnológica, Formación de Capital Humano, Regresión Lineal Múltiple, Política Pública, Desarrollo Socioeconómico.

## ABSTRACT

Technology radically transforms education and becomes an essential pillar for the formation of human capital in the twenty-first century. In this sense, this article seeks to determine the impact of technological innovation on the formation of human capital in Ecuador during the period 2000-2022, in order to promote the social development and competitiveness of the country. For this purpose, a mixed approach with descriptive and explanatory scopes is used, employing a non-experimental longitudinal design and the estimation of a multiple regression model based on human capital theory, using time series data extracted from the World Bank's open access database. The findings reveal that the implementation of public policies such as: Development plans, the national and foreign scholarship plan, the productive transformation agenda and the innovation and competition agenda are effective in fostering an environment conducive to technological innovation and integration in educational and professional training in the Ecuadorian context. In addition, the regression model indicates that technological innovation has a statistically significant impact on the formation of Ecuadorian human capital. The research concludes that, despite the great advances generated by the policies implemented, it is necessary to strengthen them in order to optimize their impact and ensure continuous development.

**Keywords:** Technological Innovation, Human Capital Formation, Multiple Linear Regression, Public Policy, Socioeconomic Development.

## 1 INTRODUCCIÓN

La continua evolución tecnológica en las últimas décadas ha transformado de manera significativa los paradigmas económicos y sociales de los países. De hecho, la capacidad para adaptarse y capitalizar estas innovaciones se ha convertido en un factor crucial dentro del escenario global. Como señala Chalapud (2023), el desarrollo de la innovación tecnológica es relevante e importante para un país que pretende los senderos del desarrollo aprovechando sus recursos y capacidades que su realidad le presenta, así mismo, tanto factores productivos como recursos estratégicos que pueda generar.

En América Latina, las naciones constantemente enfrentan desafíos debido a su condición de mercados emergentes. Al mismo tiempo, la región está experimentando una oleada de innovación significativa. De acuerdo con Cárdenas Valle *et al.* (2024), el

principal desafío es competir a nivel global debido a las desventajas en infraestructura tecnológica. En el Ecuador, país con una extensa diversidad, la innovación tecnológica emerge como un posible impulsor para el fortalecimiento de la formación de capital humano, un elemento esencial en la búsqueda del desarrollo sostenible.

En tal sentido, la sociedad ecuatoriana presenta desafíos significativos a nivel estructural y contextual. Además, el desconocimiento de políticas públicas, la poca evidencia empírica y cuantitativa hacen que este proceso de integración tecnológica y formulación de políticas públicas no responda a las necesidades actuales del país. Al respecto, Tejada *et al.* (2019) señala que la integración de innovación tecnológica permite el desarrollo de ideas, sostenibilidad organizacional y sustentabilidad para las naciones que los utilizan.

Por tal razón, este estudio adquiere relevancia estratégica no solo para el sector empresarial sino también para los responsables de formular políticas públicas orientadas al desarrollo social y económico. A su vez, la importancia de abordar este problema radica en las implicaciones para el desarrollo social y económico, es decir, al contar con un capital humano capacitado y adaptable se promueve la innovación, aumenta la productividad y por ende mejora la calidad de vida de la población.

En consecuencia, el objetivo general de este estudio consiste en determinar la incidencia de la innovación tecnológica en la formación de capital humano en el Ecuador durante el periodo 2000-2022, por lo cual, se espera que un mayor nivel de inversión en innovación tecnológica durante el periodo de estudio tenga un impacto significativo. Según Curiel (2020), la economía del conocimiento y la innovación tecnológica es importante, de ahí la diferencia entre las grandes potencias de mundo; que la conciben como un factor de cambio, productividad, competitividad y desarrollo.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

La innovación es el motor esencial para generar competitividad y promover el desarrollo continuo de las dinámicas económicas. De hecho, la innovación es un proceso de mutación que revoluciona estructuras. Por otro lado, la tecnología siempre ha modificado de alguna manera la naturaleza y con el transcurrir de los años ciertas

regulaciones se han aplicado para asegurar que el proceso de innovar se desarrolle de una manera responsable. En congruencia con esto, la innovación tecnológica adquiere un valor crucial en la actualidad al impulsar el desarrollo social y económico mediante mayores niveles de gratificación y beneficios significativos. Por lo cual, la generación de nuevas ideas, su implementación, las formas de gestión y organización mejoran la productividad (Hidalgo *et al.*, 2002; Mandado *et al.*, 2003; Tejada *et al.*, 2019; Schumpeter, 2021).

## 2.2 FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

La formación de capital humano se ha consolidado como un proceso que abarca la educación y la capacitación, misma que, ha permitido que economías centradas en la exportación de materias primas evolucionen hacia economías basadas en la producción de bienes y servicios. Así, las inversiones en capital humano se han convertido en una prioridad para los gobiernos, por ello, se reconoce su impacto en la productividad, la empleabilidad y la innovación. De esta forma, la educación superior, en particular, desempeña un papel crucial al dotar a los individuos de conocimientos específicos y transversales que, en conjunto, impulsan el crecimiento económico y fortalecen la estructura productiva de los países (Hansson *et al.*, 2002; Pineda, 2000; Rocha *et al.*, 2020; Tomaselli, 2018).

Sin embargo, la modernización de las economías en América Latina, así como la reducción de la brecha tecnológica, depende en gran medida de la efectividad de la educación superior en la formación de capital humano. Sin lugar a dudas, este proceso debe ser de calidad, adaptado a las necesidades tecnológicas actuales, y enfocado en desarrollar competencias técnicas que preparen a los individuos para el mercado laboral. Además, es fundamental que la educación promueva la investigación y la innovación, elementos clave para dinamizar los sectores económicos y generar mayor bienestar social. Es decir, la relevancia de la educación superior radica en su capacidad para crear una fuerza laboral calificada, capaz de enfrentar los desafíos de un entorno competitivo y en constante cambio (Easterly, 2003; Moreno-Brid; Ruiz, 2009; Osiobe, 2019; Salas-Velasco, 2021; Cabezas, 2023).

## 2.3 TEORÍAS DEL CAPITAL HUMANO

El capital humano es hoy el motor esencial de la productividad y la innovación, siendo fundamental para alcanzar avances económicos y calidad social. Entonces, la educación, según Schultz, es un factor crítico en este proceso junto con la tecnología y los avances del conocimiento ellos determinan el progreso económico. De esta manera, el invertir en educación no solo incrementa las oportunidades y los ingresos individuales, sino que también mejora la productividad laboral, resultando en una cualificación positiva de trabajadores dentro de la economía. A la vez, Becker complementa esta idea al señalar que, a medida que se incrementa el capital humano a través de grandes inversiones en educación, el rendimiento del capital invertido aumenta, llevando eventualmente a un equilibrio que beneficia tanto a los individuos como a la economía en su conjunto (Schultz; Guastavino, 1985; Becker, 1964; Quintero, 2020).

## 2.4 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y CAPITAL HUMANO EN EL ECUADOR

El capital humano en Ecuador enfrenta un desafío altamente significativo, por el cual, aproximadamente el 50% de la fuerza laboral carece de la fortaleza necesaria para afrontar los desafíos actuales del mercado. En tal medida, este déficit no solo limita el desarrollo económico del país, sino que también reduce la capacidad de los trabajadores para adaptarse a los cambios tecnológicos en el entorno laboral. Sin duda, la falta de actualización en habilidades se traduce en menores oportunidades de empleo y en una disminución de la productividad, lo que impacta negativamente en la competitividad nacional. Por ello, es imperativo que las instituciones de educación superior, las empresas y la sociedad civil trabajen de manera conjunta para fortalecer el capital humano, asegurando así una fuerza laboral competente y capaz de contribuir al crecimiento económico sostenible del país (Alvarado; Ortiz, 2018; Correa, 2019; Uribe *et al.*, 2023).

## 3 METODOLOGÍA

Este estudio utilizó un enfoque mixto que permitió obtener una visión más completa y detallada de cómo inciden las innovaciones tecnológicas en la formación de capital humano en el Ecuador durante el periodo de estudio. En congruencia con esto, se

combinaron alcances descriptivos y explicativos. Descriptivo debido a que se presentó una descripción detallada de las principales políticas públicas empleadas en el Ecuador y referente a las variables de estudio. Así mismo, explicativo debido a que se midió la incidencia que tienen las variables de estudio sobre la variable explicada. Por lo tanto, se utilizó un diseño no experimental de tipo longitudinal, debido a que en las variables no se realizó la manipulación de datos, y de acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) estos estudios recolectan datos en espacios de tiempo por lo que permiten realizar inferencias del comportamiento tal y como ocurren en su entorno natural.

### 3.1 DATOS Y FUENTES

La investigación se desarrolló utilizando datos de series de tiempo del periodo 2000-2022, mismos que fueron extraídos de la base de datos de acceso abierto del Banco Mundial con lo cual, se obtuvo evidencia cuantitativa de las variables de estudio. Adicionalmente, se realizó una revisión exhaustiva de literatura en fuentes secundarias, como PubMed, Google Scholar, Scopus y otras revistas indexadas. De igual forma, se revisaron informes anuales de Instituciones, como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Índice de Innovación Global (IGI) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para establecer un punto de partida sólido y de resultados fiables.

### 3.2 METODOLOGÍA ECONOMETRICA

#### 3.2.1 Teoría económica

La teoría del capital humano desarrollada por Becker (1964) postula que las inversiones en educación, capacitación y salud son fundamentales para mejorar las habilidades y conocimientos del capital humano, a su vez esta impulsa el crecimiento económico y social. De hecho, Choque (2019) define el capital humano como un conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades, destrezas, cuya adquisición eleva la capacidad productiva y los ingresos futuros.

$$Y = A \cdot E^{\beta} \cdot H^P \cdot T^{\gamma} \quad (1)$$

La función sostiene que (A) es el factor de productividad (E) la inversión en educación (H) la inversión en salud (T) la inversión en capacitación, a la vez los exponentes  $\alpha - \beta - \gamma$  reflejan la elasticidad del ingreso respecto a cada uno de estos factores, indicando cómo cambios porcentuales en la inversión en educación, salud y capacitación afectan la productividad del individuo.

**3.2.2 Especificación del modelo econométrico**

$$y = \beta_0 + \beta_1(x)_1 + \beta_2(x)_2 + \beta_3(x)_3 + \mu \tag{2}$$

en donde:

- $y$  = Variable dependiente
- $x$  = Variable independiente
- $\beta_0$  = Constante del modelo.
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  = Coeficientes de estimación.
- $\mu$  = Termino de error o Perturbación estocástica.

El modelo econométrico a estimar es el siguiente:

$$\text{GasEPub}_t = \beta_0 + \beta_1(\text{ExSerTIC})_t + \beta_2(\text{IEDecap})_t + \beta_3(\text{InInter})_t + \beta_4(\text{GID})_t + \mu \tag{3}$$

en donde:  $t$  = Serie temporal.

A su vez, se detallan las variables empleadas para la especificación del modelo econométrico en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 1. Descripción de variables del modelo econométrico.

TIPO DE VARIABLES	NOMBRE DE VARIABLE	ABREVIATURA	DEFINICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	FUENTE	SIGNO ESPERADO
Dependiente	Gasto público en educación	GasEPub	El gasto público general en educación (corriente, capital, transferencias y gastos financiados por fuentes internacionales).	Porcentaje	Banco Mundial <a href="https://datos.bancomundial.org/">https://datos.bancomundial.org/</a>	N/A
Independientes	Exportaciones de servicios de TIC	ExSerTic	Servicios de comunicaciones y computación y servicios de información.	Porcentaje	Banco Mundial <a href="https://datos.bancomundial.org/">https://datos.bancomundial.org/</a>	Positivo
	Inversión extranjera directa, entrada neta de capital	IEDecap	La suma del capital social, la reinversión de ganancias, otro capital a largo plazo y el capital a corto plazo como se muestra en la balanza de pagos.	Porcentaje	Banco Mundial <a href="https://datos.bancomundial.org/">https://datos.bancomundial.org/</a>	Positivo
	Individuos que utilizan internet	InInter	Personas que han utilizado Internet (desde cualquier lugar) en los últimos 3 meses.	Porcentaje	Banco Mundial <a href="https://datos.bancomundial.org/">https://datos.bancomundial.org/</a>	Positivo
	Gasto en investigación y desarrollo	GID	Gastos corrientes y de capital (público y privado) en trabajo creativo para incrementar los conocimientos y el uso de los conocimientos para nuevas aplicaciones.	Porcentaje	Banco Mundial <a href="https://datos.bancomundial.org/">https://datos.bancomundial.org/</a>	Positivo

Fuente: Elaborado por los autores



**3.2.3 Estimación del modelo**

Para la estimación del modelo econométrico previamente especificado se utilizó el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Por lo que, Gujarati y Porter (2010) mencionan que este método se basa en ciertos supuestos que otorgan propiedades estadísticas. Así mismo, Rodríguez y González (2017) deducen que este método implica calcular el valor estimado para cada parámetro al minimizar la suma de los cuadrados de los residuos y que no existe otro estimador mejor.

Para realizar la estimación del modelo se utilizaron programas estadístico especializados, específicamente Eviews y Stata, herramientas robustas y ampliamente utilizada en la obtención de datos de investigaciones económicas y sociales.

**3.2.4 Validación del modelo**

Después de obtener la estimación del modelo econométrico, se procedió con la validación de los principales supuestos estadísticos: multicolinealidad, homocedasticidad, normalidad, autocorrelación y sesgo de especificación. Esto se lo realizo mediante métodos formales. A continuación, se presenta una tabla en donde esta cada supuesto evaluado y el método utilizado en dicho proceso.

Tabla 2. Métodos de validación de supuestos.		
SUPUESTOS	DEFINICIÓN	MÉTODOS FORMALES DE VALIDACIÓN
Multicolinealidad	Es la relación lineal entre algunas o todas las variables explicativas de un modelo de regresión.	Prueba de factor de inflación de varianza Prueba de análisis de parejas regresoras
Homocedasticidad	La varianza de los residuos es constante a lo largo del tiempo.	Prueba de Breusch-Pagan Prueba de White
Normalidad	La presencia de distribución normal, con una media de cero y varianza constante por parte de los residuos del modelo.	Estadístico de Jarque-Bera Prueba de Skewness-Kurtosis
Autocorrelación	Es aquella que presenta correlación serial entre los residuos.	Prueba de Durbin-Watson Prueba alternativa de Durbin
Sesgo de Especificación	El modelo incluye todas las variables relevantes y no omite ninguna importante.	Prueba de Ramsey

Fuente: Elaborado por los autores

#### 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al momento de hablar de innovación tecnológica se hace alusión a la implementación de agentes tecnológicos, técnicas y teorías con el cual orientas el desarrollo de actividades productivas de manera óptima (Tejada *et al.*, 2019). En particular, en Ecuador, país caracterizado por su amplia diversidad geográfica, cultural y económica, la innovación tecnológica es esencial para fortalecer la formación del capital humano. De hecho, Sharma y Dahlstrand (2023) indican que el progreso de las naciones se reconoce mediante la innovación debido a que esta refuerza la competitividad económica, acelera oportunidades de empleo y revoluciona industrias. Además, se la considera un proceso que permite evolucionar y desarrollar condiciones óptimas de vida.

Por otro lado, los autores Galassi y Andrada (2011) sostienen que el conjunto de capacidades, habilidades y conocimientos obtenidos por una persona es a lo que se le llama capital humano, y esto se puede adquirir mediante estudios y formación académica. Al respecto, Vizioli (2016) señala que, Ecuador ha integrado la innovación como un pilar crucial para el desarrollo nacional donde destaca el proyecto yachay, concebido para crear un clúster de innovación que promueva la investigación y desarrollo tecnológico.

La política pública en palabras de Ortegón (2019), es un proceso dinámico y una consecuencia de un conjunto de decisiones interrelacionadas que llevan a una meta planificada y de interés para el público. Es por ello, que se consideran como una decisión creada de manera permanente para alcanzar beneficio para muchos y que se caracteriza por tener aspectos de adaptabilidad, flexibilidad e innovación para lograr los cambios requeridos y necesarios para la sociedad. La formación de capital humano resulta ser clave para estimular la productividad y la competitividad de las naciones. El impulso de este elemento es uno de los determinantes esenciales dentro de los países que han logrado pasar de economías fundamentadas en la exportación de materia prima a las economías que desarrollan bienes y servicios con mayor valor agregado y que han transitado a ser economías de ingreso medio-alto y de ingreso alto (Medeiros *et al.*, 2020).

Tabla 3. Principales políticas públicas empleadas y orientadas a las innovaciones tecnológicas en el Ecuador.

POLÍTICA PUBLICA	OBJETIVO Y RESULTADOS	PERIODO DE GOBIERNO	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
Agenda de Transformación Productiva (ATP)	Diversificar la matriz productiva del país mediante la promoción y el fomento de la innovación en sectores estratégicos, especialmente en biotecnología y tecnologías de la información. Sin embargo, los resultados fueron mixtos debido a desafíos estructurales y económicos.	Rafael Correa (2007- 2017)	Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC).
Proyecto de Alfabetización Digital	Reducir la brecha digital en Ecuador y fortalecer el ecosistema de innovación. Por lo que, se lograron avances en la creación de nuevos startups y atracción de inversión para I+D, aunque la sostenibilidad de estos esfuerzos sigue siendo una preocupación.	Rafael Correa (2007- 2017)	Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL).
Agenda de Innovación y Competitividad	Facilitar la creación y desarrollo de emprendimientos innovadores. Por lo que, se simplificaron los procesos de creación de empresas, se establecieron incentivos fiscales y financieros para startups y la creación de entornos regulatorios favorables para la innovación y el emprendimiento.	Lenín Moreno (2017-2021)	Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) en colaboración con el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP).
Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación	Reducir la brecha de digital mediante acceso a tecnologías de la información y la capacitación. Logrando resultados en mejora de accesos educativos en diversos sectores. Sin embargo, desafíos como infraestructura limitada, necesidad de actualización continua de habilidades pueden afectar su efectividad a largo plazo.	Lenín Moreno (2017-2021)	Asamblea Nacional de Ecuador en colaboración con el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP).

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 4. Principales políticas públicas empleadas y orientadas en la formación de capital humano en el Ecuador.

POLÍTICA PUBLICA	OBJETIVO Y RESULTADOS	PERIODO DE GOBIERNO	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
Programa de Becas Nacionales y Extranjeras	Facilitar el acceso a la educación superior, tanto en Ecuador como en el Extranjero, para estudiantes destacados y de bajos recurso. Logrando generar beneficios estudiantiles en estudios de pregrado, posgrado y especializaciones técnicas.	Rafael Correa (2007- 2017)	Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT)
Plan de Nacional de Desarrollo (Buen Vivir o Sumak Kawsay)	Fortalecer el sistema educativo a través de la interculturalidad y el bilingüismo, mejorar la calidad educativa y la formación de docentes.	Rafael Correa (2009-2013)	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)
Yachay Ciudad del Conocimiento	Atraer talento humano y fomentar la colaboración entre la academia y el sector privado.	Rafael Correa (2007- 2017)	Empresa Pública Yachay
Plan de Nacional de Desarrollo (Toda una vida)	Busco integrar la tecnología, ampliar habilidades digitales y crear un desarrollo continuo.	Lenín Moreno (2017-2021)	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)

Fuente: Elaborado por los autores

Tabla 5. Principales políticas públicas empleadas y orientadas em innovaciones tecnológicas em la forma-ción de capital em contextos similares a Ecuador.

PAÍS	RANKING	POLÍTICA PUBLICA EMPLEADA	RESULTADOS
Brasil	49	Programa Nacional de Apoyo a la Innovación Tecnológica en las Empresas (PNI)	Significo un aumento en la 12esarroll en I+D y un crecimiento significativo en el número de empresas innovadoras. Sin embargo, Brasil enfrenta desafíos en la transferencia de tecnología desde el sector académico hacia el sector 12esarrollo.
Chile	52	Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)	Chile ha visto un significativo aumento en la cantidad de startups tecnológicas, mejora en su ecosistema de innovación. Además de una creciente 12esarroll extranjera en sectores tecnológicos, contribuyendo al crecimiento económico.
Colombia	66	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)	Ha provocado un efecto significativo en el fortalecimiento del ecosistema de emprendimiento creado más oportunidades para el 12esarrollo tecnológico. Sin embargo, persisten desafíos en la articulación entre universidades, empresas y gobierno.

Fuente: Elaborado por los autores

Adicionalmente, se seleccionaron 3 países de la región mediante el índice de innovación global 2023 y su posicionamiento ante el mismo. En tal sentido, Resumen Índice Mundial de Innovación de 2023 (n.d.) hace énfasis en que al momento de integrar la tecnología a la educación se fortalecen las habilidades de las personas para enfrentar los desafíos contemporáneos. De esta manera, se destaca a Brasil, Chile y Colombia como principales impulsores de estrategias que fomentan la innovación tecnológica y el desarrollo económico. Es así, que Brasil se destaca por su Programa Nacional de Apoyo a la Innovación Tecnológica, Chile por iniciativas como CORFO, y Colombia por el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos producto de la estimación econométrica y validación del modelo. En este contexto, para llevar a cabo la estimación del modelo, se sometieron todas las variables al test de raíz unitaria mediante el estadístico Dickey Fuller aumentado. Los resultados indicaron que las variables exportaciones de servicios de TIC, inversión extranjera directa, entrada neta de capital e individuos que utilizan Internet exhiben tendencia, lo que implica que sus medias y varianzas no son contantes y que cambian a lo largo de los años, por lo tanto, resultan ser no estacionarias. En base a ello, se las corrigió mediante la técnica de primera y segunda diferencia mientras que la variable gasto en investigación y desarrollo fue sometida a logaritmos para la adecuación del modelo. Finalmente, la única variable estacionaria a nivel fue gasto público en educación.

Así pues, los resultados de la estimación se presentan en la siguiente tabla. Cabe recalcar que, al momento de realizar la diferenciación de las variables, se logra la estacionalidad buscada misma que nos permite no tener regresiones espurias durante la estimación y eventualmente esto no conduce al correcto cumplimiento de los principales supuestos del modelo de regresión lineal múltiple: correcta especificación, no multicolinealidad, normalidad y no autocorrelación, esto permitirá interpretar adecuadamente los resultados.

Tabla 6. Resultados de estimación del modelo.

VARIABLES INDEPENDIENTES	GasEPub
D.ExSerTic	-0.197*** (0.0552)
D.IEDecap	0.403** (0.141)
D2.InInter	0.0575** (0.0200)
logGID	0.0823 (0.0858)
Constant	4.442*** (0.120)
Significancia global	0.0149
Observaciones	21
R- cuadrado ajustado	0.3979

Errores estándares entre paréntesis \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1  
Nota: D denota que la variable tiene aplicada diferencia y log a variable con logaritmo.  
Fuente: Elaborado por autores en base a datos del Banco Mundial

#### 4.1 REGRESIÓN MULTIPLE ESTIMADA

$$\text{GasEPub} = 4.44197 - .1967037 (\text{ExSerTic}) + .4027103 (\text{IEDecap}) + .0575225 (\text{InInter}) + .0823323 (\text{GID}) \quad (4)$$

Los resultados obtenidos dan a conocer que a nivel global el modelo es estadísticamente significativo. En lo que concierne al R cuadrado ajustado, la variabilidad de la variable dependiente gasto público en educación es explicada aproximadamente 39,79% por el vector de variables explicativas: exportaciones de servicios de TIC, inversión extranjera directa, entrada neta de capital, individuos que utilizan internet y gasto en investigación y desarrollo. En cuanto a la significancia individual, las variables exportaciones de servicios de TIC, inversión extranjera directa entrada neta de capital, individuos que utilizan Internet resultaron ser significativas. Mientras que la variable gasto en investigación y desarrollo, no resulto ser estadísticamente significativa.

##### 4.1.1 Exportaciones de servicios de TIC

Los coeficientes parciales de regresión del modelo indican que, las exportaciones de servicios de TIC presentan un efecto negativo estadísticamente significativo, siendo así, que, ante un incremento de un punto porcentual en exportaciones de servicios de TIC, se espera que el efecto esperado en el gasto público en educación se ha una disminución de 0.197 puntos porcentuales del PIB.

En relación a este hallazgo, Levy (2017) argumenta que la deslocalización de servicios de TIC puede llevar a una disminución en el gasto público en educación en países en vías de desarrollo. Esto se debe a que los gobiernos pueden priorizar la inversión en infraestructura y formación especializada para atraer inversión extranjera directa en el sector TIC, en lugar de destinar recursos a la educación general.

De hecho, Magoutas *et al.* (2024) realizaron un análisis a fondo sobre la relación dinámica entre el crecimiento económico de la Unión Europea y los rápidos avances en las tecnologías de la información y la comunicación donde destacan el papel fundamental de los paisajes tecnológicos en rápida evolución, enfatizando la creciente influencia de las nuevas tecnologías de Inteligencia Artificial y la necesidad de mejorar el capital humano y acelerar el crecimiento de las tecnologías.

##### 4.1.2 Inversión extranjera directa relacionada con la entrada neta de capital

En esta misma línea, los coeficientes parciales de regresión del modelo indican que la variable inversión extranjera directa relacionada con la entrada neta de capital tiene un efecto positivo

estadísticamente significativo en el gasto público en educación dado que, por cada punto porcentual de aumento en inversión extranjera directa relacionada con la entrada neta de capital, se espera que el gasto público en educación aumente en 0.403 puntos porcentuales del PIB. En este sentido, los autores Miningou y Tapsoba (2020) examinaron el efecto de la eficiencia del sistema educativo en la Inversión Extranjera Directa mostrando que el nivel de eficiencia varía de una región a otra y de un país a otro, y parece estar impulsado por la educación superior y la formación profesional secundaria, por tal razón, la eficiencia externa del sistema educativo es importante para las entradas de IED, especialmente en los países no ricos en recursos, los países no litorales y los países de los grupos de desarrollo humano bajo y medio.

#### **4.1.3 Individuos que utilizan internet**

Por último, los coeficientes parciales de regresión del modelo indican que la variable individuos que utilizan Internet también presenta un efecto positivo estadísticamente significativo en el gasto público en educación, donde por cada punto porcentual adicional en individuos que utilizan Internet, se espera en promedio un aumento en el gasto público en educación 0.0575 puntos porcentuales del PIB. En apoyo a este resultado, Afzal *et al.* (2023) en su investigación sobre el impacto de la brecha digital en el acceso de los estudiantes a la tecnología y su influencia en sus resultados educativos revelaron variaciones en el acceso a Internet entre los diferentes grupos de edad, con las personas más jóvenes teniendo niveles más altos de acceso en comparación con los grupos de mayor edad. Además, se observaron disparidades en el acceso a Internet en los hogares entre las zonas rurales y urbanas, y las zonas rurales experimentaron una menor conectividad. Además, el estudio enfatiza la importancia de establecer centros de recursos tecnológicos en las escuelas y fomentar las asociaciones público-privadas para cerrar la brecha tecnológica en la educación.

## **5 CONCLUSIÓN**

El estudio ha demostrado que la innovación tecnológica tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en la formación de capital humano en Ecuador durante el período 2000-2022, lo que influye directamente en el avance social y en la competitividad del país. A la vez, los resultados indican que la incorporación de nuevas tecnologías ha jugado un papel crucial en la mejora de las habilidades técnicas y profesionales de la población, consolidando al capital humano como un elemento clave para el crecimiento económico. Adicionalmente, la revisión detallada de la literatura académica sobre las políticas públicas evidencia que la innovación tecnológica es un motor fundamental en la actualización de los sistemas educativos y de formación profesional donde se destaca la ejecución de

los planes de desarrollo, el plan de becas nacionales y extranjeras, la agenda de transformación productiva y la agenda de innovación y competencia, así mismo, la regresión lineal múltiple ha brindado pruebas concluyentes sobre la relación positiva entre la inversión en tecnología y la formación del capital humano, por tanto, basándose en los resultados obtenidos, se proponen que el gobierno y las instituciones educativas colaboren para diseñar programas que integren eficazmente las tecnologías emergentes en los currículos educativos y en la capacitación profesional. De igual forma, la regresión lineal múltiple indica que la innovación tecnológica tiene un efecto positivo estadísticamente significativo en la formación del capital humano durante el periodo de estudio.

Por lo tanto, basándose en los resultados obtenidos, se proponen que el gobierno y las instituciones educativas colaboren en el diseño de programas que integren de manera eficaz las tecnologías emergentes en los currículos educativos y en las capacitaciones que se brindan a los profesionales. A la vez, se recomienda la creación de incentivos que promuevan la cooperación entre el sector privado y las instituciones educativas para facilitar la transferencia de conocimientos y la adaptación rápida a las demandas cambiantes del mercado laboral.



## REFERENCIAS

- Afzal, A., Khan, S., Daud, S., Ahmad, Z., & Butt, A. (2023). Addressing the Digital Divide: Access and Use of Technology in Education. *Journal of Social Sciences Review*, 3(2), 883–895. Retrieved from <https://doi.org/10.54183/jssr.v3i2.326>
- Alvarado, R., & Ortiz, C. (2019). El rol del capital humano en el nivel de ingreso de las provincias de Ecuador. *Revista Económica*, 4(1), 123–132. Retrieved from <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/economica/article/view/513/408>
- Becker, G. (1964). *Human capital: A theoretical and empiricial analysis with special references to education*. (3ra ed.). The University of Chicago Press.
- Cabezas, A. (2023). *La formación técnica y tecnológica en el Ecuador: una prioridad de la política pública para impulsar el crecimiento económico* [Maestría]. FLACSO.
- Cárdenas Valle, G. A., Gálvez Vildósola, L. C., Sotil Levy, V. A., & Vásquez de Velasco Dolci, D. (2024). Determinantes del capital humano desde la perspectiva de la innovación y el desarrollo tecnológico para América Latina. *Desafíos: Economía y Empresa*, 4, 115–130. Retrieved from <https://doi.org/10.26439/ddee2024.n04.6280>
- Chalapud, E. (2023). La innovación tecnológica: una mirada desde la teoría económica. *Tendencias*, 24(2), 170–196. Retrieved from <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.232>
- Choque, A. (2019). La teoría del capital humano, fundamento del programa Beca 18. *Investigaciones Sociales*, 22(40), 319–332. Retrieved from <https://doi.org/10.15381/is.v22i40.15930>
- Correa, B. (2019). *Análisis de la política social en la formación del capital humano y su incidencia en el nivel socioeconómico en Ecuador periodo 2007-2017* [Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Retrieved from <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13910>
- Curiel, Á. (2020). innovación tecnológica y su influencia en el desarrollo económico del Ecuador período 2012 - 2017. *SATHIRI: Sembrador*, 15(1), 27–35. Retrieved from <https://doi.org/10.32645/13906925.927>
- Easterly, W. (2003). *En busca del crecimiento: andanzas y tribulaciones de los economistas del desarrollo* (A. Bosch, Ed.).
- Galassi, G., & Andrada, M. (2011). Relación entre educación e ingresos en las regiones geográficas de Argentina. *Papeles de Población*, 17(69), 257–290. Retrieved from [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252011000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252011000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* (5ta ed., Vol. 4). The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hansson, B., Johanson, U., & Leitner, K.-H. (2002). The impact of human capital and human capital investments on company performance. Evidence from literature and European survey results Impact of education and training. In P. Retrieved from [https://www.cedefop.europa.eu/files/BgR3\\_Hansson.pdf](https://www.cedefop.europa.eu/files/BgR3_Hansson.pdf)
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; 1ra ed.). Retrieved from <http://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>

- Hidalgo, A., León, G., & Pavón, J. (2002). *La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones* (1ra ed.). Pirámides.
- Levy, N. (2017). Financiarización y modelo de acumulación: la evolución de las deudas y el sector externo de la economía mexicana. *Análisis Económico*, 32(79), 53–75. Retrieved from <https://analisisconomico.azc.uam.mx/index.php/rae/article/view/4>
- Magoutas, A., Chaideftou, M., Skandali, D., & Chountalas, P. (2024). Digital Progression and Economic Growth: Analyzing the Impact of ICT Advancements on the GDP of European Union Countries. *Economies*, 12(3), 63. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/economies12030063>
- Mandado, E., Fernández, F., & Doiro, M. (2003). *La innovación tecnológica en las organizaciones*. Thomsom Paraninfo.
- Medeiros, V., Gonçalves Godoi, L., & Camargos Teixeira, E. (2020). La competitividad y sus factores determinantes: Un análisis sistémico para países en desarrollo. *Revista de La CEPAL*, 129, 7–27. Retrieved from <https://doi.org/10.18356/9c2a7060-es>
- Miningou, É., & Tapsoba, S. (2020). Education systems and foreign direct investment: does external efficiency matter? *Journal of Applied Economics*, 23(1), 583–599. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/15140326.2020.1797337>
- Moreno-Brid, J., & Ruiz, P. (2009). *La educación superior y el desarrollo económico en América Latina*. CEPAL.
- Ortegón, E. (2019). *Políticas Públicas: Métodos conceptuales y métodos de evaluación*. Retrieved from [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5921/2/IV\\_UC\\_LI\\_Pol%20p%20c3%20bablicas%20M%20a9todos%20conceptuales%20y%20m%20a9todos%20de%20evaluaci%20b3n\\_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5921/2/IV_UC_LI_Pol%20p%20c3%20bablicas%20M%20a9todos%20conceptuales%20y%20m%20a9todos%20de%20evaluaci%20b3n_2019.pdf)
- Osiobe, E. (2019). A Literature Review of Human Capital and Economic Growth. *Business and Economic Research*, 9(4), 179. Retrieved from <https://doi.org/10.5296/ber.v9i4.15624>
- Pineda, P. (2000). Impact evaluation of training in organizations. *Educator*, 27, 119. Retrieved from <https://doi.org/10.5565/rev/educar.253>
- Quintero, W. (2020). La formación en la teoría del capital humano: una crítica sobre el problema de agregación. *Análisis Económico*, 35, 239–265. Retrieved from <https://www.redalyc.org/journal/413/41364527011/41364527011.pdf>
- Resumen Índice Mundial de Innovación de 2023*. (n.d.). Retrieved July 21, 2024, from [www.wipo.int/global\\_innovation\\_index](http://www.wipo.int/global_innovation_index).
- Rocha, L., Araújo, N., Murilo de Oliveira, D., & Fernandes, K. (2020). Crecimiento y heterogeneidad del capital humano: Efectos de la expansión de la educación superior en el aumento del ingreso en los municipios del Brasil. *Revista de La CEPAL*, 2020(131), 95–118. Retrieved from <https://doi.org/10.18356/16820908-2020-131-5>
- Rodríguez, D., & González, G. (2017). *Principios de econometría*.

- Salas-Velasco, M. (2021). Mapping the (mis)match of university degrees in the graduate labor market. *Journal for Labour Market Research*, 55(1). Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12651-021-00297-x>
- Schultz, T., & Guastavino, M. (1985). *Invirtiendo en la gente: la cualificación personal como motor económico* (A. España, Ed.).
- Schumpeter, J. A. (2021). *The Theory of Economic Development* (Swedberg, Richard). Routledge. Retrieved from <https://doi.org/10.4324/9781003146766>
- Sharma, G., & Dahlstrand, Å. L. (2023). Innovations, informality, and the global south: A thematic analysis of past research and future directions. *Technology in Society*, 75, 102359. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102359>
- Tejada, G., Cruz, J., Uribe, Y., & Rios, J. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864011>
- Tomaselli, A. (2018). La educación técnica en el Ecuador El perfil de sus usuarios y sus efectos en la inclusión laboral y productiva. *Políticas Sociales, Comisión Económica Para América Latina y El Caribe CEPAL*, 247.
- Uribe, D., Mera Maldonado, L. A., & Mendoza Espinoza, R. (2023). La Generación de Capital Humano en los Trabajadores, una Necesidad para la Ventaja Competitiva de las Empresas en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 8702–8714. Retrieved from [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7584](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7584)
- Vizioli, E. (2016). *La innovación en la política pública de ciencia y tecnología ecuatoriana yachay: ¿un clúster de innovación?* [Maestría, Facultad latinoamericana de ciencias sociales]. Retrieved from <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/9782/2/TFLACSO-2016EV.pdf>