

DETERMINANTES DEL CAPITAL HUMANO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA AMÉRICA LATINA

GONZALO ALBERTO CÁRDENAS VALLE
<https://orcid.org/0000-0002-4351-4162>
Mafer Real Estate, Lima, Perú
onzalo.cardenas@mafer.com

LUCIANA CRISTINA GÁLVEZ VILDÓSOLA
<https://orcid.org/0000-0002-1506-2613>
Alicorp, Lima, Perú
LGalvezV@alicorp.com.pe

VICTOR ALONSO SOTIL LEVY
<https://orcid.org/0000-0002-9207-4992>
Corporación Aceros Arequipa, Lima, Perú
vsotil@aasa.com.pe

DOMENICA VÁSQUEZ DE VELASCO DOLCI
<https://orcid.org/0000-0002-4863-2256>
Interbank, Lima, Perú
vasquezdevelasco@intercorp.com.pe

Recibido: 3 de marzo del 2023 / Aceptado: 1 junio del 2023

doi: <https://doi.org/10.26439/ddee2024.n04.6280>

RESUMEN. Este estudio examina los factores que influyen en el capital humano desde una perspectiva de innovación y desarrollo tecnológico en ocho países emergentes de América Latina: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Utilizando datos de panel y un modelo de efectos fijos, el análisis de regresión incluye variables como el uso del internet, patentes, banda ancha fija, propiedad intelectual y artículos científicos. Los resultados demuestran que todas las variables tienen un impacto estadísticamente significativo y positivo en el capital humano. Internet, banda

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

ancha y patentes son especialmente relevantes, ya que presentan los coeficientes más altos. Esto subraya la importancia de aprovechar los avances tecnológicos, medidos a través del acceso al internet y la conectividad de banda ancha, para el desarrollo de un capital humano capacitado. Además, se destaca la importancia de la innovación continua, especialmente a través de patentes, en el fortalecimiento del capital humano. A partir de estos hallazgos, se sugiere que los Gobiernos implementen políticas que promuevan la innovación en la sociedad y la adopción de nuevas tecnologías para mejorar los niveles de productividad.

PALABRAS CLAVE: capital humano / innovación / tecnología / países latinoamericanos / datos de panel

DETERMINANTS OF HUMAN CAPITAL FROM AN INNOVATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT PERSPECTIVE FOR LATIN AMERICA

ABSTRACT. This study examines the factors influencing human capital from an innovation and technological development perspective in eight emerging Latin American countries: Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Mexico, Peru, and Uruguay. Using panel data and a fixed-effects model, the regression analysis includes variables such as internet usage, patents, fixed broadband, intellectual property, and scientific articles. The results demonstrate that all the variables have a statistically significant and positive impact on human capital. Internet, broadband, and patents are particularly relevant, as they have the highest coefficients. This emphasizes the importance of taking advantage of emerging technologies, measured through Internet access and broadband connectivity, for the development of skilled human capital. Moreover, the findings highlight the importance of continuous innovation, especially through patents, in strengthening human capital. Based on these findings, it is suggested that governments implement policies that promote innovation in society and the adoption of new technologies to enhance productivity levels.

KEYWORDS: human capital / innovation / technology / Latin American countries / panel data

Códigos JEL: J24, O30

1. INTRODUCCIÓN

El incremento de la productividad de una economía es un factor fundamental para alcanzar los objetivos de desarrollo propuestos para un país. Se sabe que un elemento esencial para impulsar la productividad es el capital humano, el cual ha cobrado mayor relevancia en las economías modernas durante los últimos años. De acuerdo con la teoría propuesta por Becker (1964), el capital humano se entiende sobre todo en relación con lo académico, considerándose principalmente aspectos como conocimientos y habilidades. Partiendo de este concepto, y tomando como ejemplo los sobresalientes resultados económicos obtenidos en Estados Unidos, Japón y los países europeos, es evidente que la expansión del conocimiento científico y tecnológico junto con la innovación mejoran el capital humano, debido a que contar con una fuerza de trabajo más capacitada impulsará un incremento en la productividad económica.

Dicho esto, surge el interés por analizar la evolución del índice de capital humano como consecuencia de factores tecnológicos o innovadores, los cuales adquieren mayor importancia en las últimas décadas, en línea con el progreso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. No es coincidencia que Suiza, Estados Unidos y Japón, entre otras economías desarrolladas, se encuentren entre los veinte países con mayor índice de innovación según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). Esto revela la importancia de promover el uso de nuevas tecnologías, procesos, investigación científica y propiedad intelectual a nivel global para estimular el desarrollo productivo de las sociedades por medio de una mejora en el capital humano.

Tomando el caso particular de los países latinoamericanos, la situación es muy distinta en términos de desarrollo, ya que estos cuentan en su mayoría con mercados emergentes. Los países que serán sujetos de estudio en esta ocasión son los siguientes: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Al ser países en vías de desarrollo, es indispensable entender de qué manera pueden incrementar la calidad del capital humano mediante la inclusión de las nuevas tecnologías de comunicación, innovación e investigación científica.

En la actualidad se está viviendo una ola de innovación que tiene efectos colaterales positivos, tanto desde el punto de vista académico como del productivo. El gran reto que afrontan los países en desarrollo es poder ser competitivos a nivel mundial estando en desventaja en términos de infraestructura tecnológica e inteligencia artificial disponible con respecto al mundo desarrollado. Para que esto sea posible y que beneficie a los habitantes de esta región, estos recursos deben gestionarse adecuadamente a través de la implementación de estrategias de distribución y gestión de recursos vinculados a la ciencia, tecnología e innovación, para así ser capaces de fortalecer su personal productivo y lograr el tan esperado desarrollo.

En este contexto, la presente investigación busca entender el rol que cumplen distintas variables que reflejan innovación, acceso a tecnología y uso de dichos recursos en el incremento del capital humano. En esta ocasión, el estudio se aplicará en economías de América Latina, ya que son escasos los estudios sobre este tópico que abordan esta región como sujeto de estudio. Además, con esta información se podrán aplicar mejores políticas de Estado que permitan obtener un óptimo aprovechamiento de dichas herramientas tecnológicas a nivel educativo, para así lograr una mejora en el desempeño productivo, adquisición de conocimientos técnicos y capacidades de la fuerza laboral.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Internet

Respecto a la relación entre el uso del internet y el capital humano, hay dos hipótesis en competencia (Malamud & Pop-Eleches, 2011). En la primera se sustenta que hay una relación positiva en tanto aquellos que utilizan frecuentemente el internet desarrollan habilidades computacionales e incrementan sus capacidades cognitivas, lo cual queda incorporado a su valor agregado como capital humano. Por su parte, la segunda hipótesis plantea una relación negativa en tanto asume que el internet es principalmente utilizado con fines recreativos y de entretenimiento, lo que limita el desarrollo de las personas al mermar su desempeño laboral y académico.

La evidencia empírica en relación con las hipótesis mencionadas es mixta. Por ejemplo, Jiménez et al. (2014) muestran que el uso del internet tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en el desarrollo del capital humano en México. Cabe mencionar que este último incorpora un modelo estimado mediante la variable proxy (porcentaje de la población graduada de secundaria o universidad). Asimismo, Haini (2019) halla una interacción positiva y estadísticamente significativa entre el uso del internet y el capital humano en su estudio sobre los países de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN). A su vez, Owusu-Agyei et al. (2020) demuestran que el acceso al internet permite el acceso al mercado financiero en los países de mayor nivel de capital humano en África subsahariana, lo cual genera un efecto circular en el que el nivel de acceso al mercado financiero provee herramientas para el desarrollo del capital humano.

Por otra parte, Young (2006) identifica una relación negativa y estadísticamente significativa entre el uso del internet y el desempeño académico en caso el recurso sea utilizado con fines de entretenimiento; dicha evidencia se sostiene en el estudio ejecutado para una muestra de 361 estudiantes en Seúl, Corea. En consecuencia, se espera que un impacto negativo en el desempeño académico se refleje en un capital humano inferior.

2.2 Patentes

En cuanto a la relación entre patentes y capital humano, Schultz (1993) propone que la relación es positiva. Esto se debe a que un aumento en el número de patentes representa la creación de nuevas habilidades y conocimiento que son incorporados por personas. Del mismo modo, Maskus y McDaniel (1999) sostienen que un sistema de aplicación de patentes estimula el crecimiento de la productividad total de factores, dado que incentiva la innovación de empresas domésticas. Esto también es verificado por Yang et al. (2022), quienes encontraron que la participación del capital humano en la innovación empresarial tiene un efecto muy positivo con relación a la eficiencia de las patentes producidas, lo que crea una retroalimentación constante entre el desarrollo del capital humano y la mejora en las patentes. Por tanto, se entiende que existe una relación positiva entre la aplicación de patentes y el capital humano tomando este como un factor de productividad.

La evidencia empírica se encuentra en línea con la hipótesis planteada. Crosby (2000) expone que un mayor número de patentes generó un incremento en la productividad y el crecimiento económico en Australia durante el periodo de 1901 hasta 1997. Dado que el capital humano es un componente de la productividad, se puede intuir que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre patentes y capital humano. Asimismo, Faggian y McCann (2008) identificaron las interrelaciones entre el flujo de capital humano y el grado de innovación en diferentes regiones del Reino Unido en el 2000. Para lograrlo, utilizaron un modelo de ecuaciones simultáneas de “mínimos cuadrados en tres etapas” y tomaron el número de patentes como proxy de innovación. En el resultado, se señala que la relación entre ambas variables es positiva y estadísticamente significativa. De la misma manera, Huang y Jim Wu (2010) llegan a la conclusión de que existe una relación positiva entre el número de patentes y la productividad en la industria biotecnológica de Taiwán.

2.3 Banda ancha

En lo que respecta a la relación entre banda ancha y capital humano, Nelson y Phelps (1966) indican que estas variables guardan una relación positiva. Lo que proponen es que hay una mayor posibilidad de que la sociedad pueda construir capital humano relacionado con capital tangible mientras más dinámica sea la tecnología. Del mismo modo (véase Malamud, 2019), una mayor cantidad de hogares que poseen computadoras con acceso al internet tendrá un impacto positivo en el desarrollo de habilidades digitales y cognitivas que, a su vez, implican un incremento en el capital humano. Esto también viene a ser sustentado por Acheampong et al. (2022), quienes especifican que la infraestructura de tecnología de la información y comunicación, dentro de la cual se encuentra la banda ancha, es sumamente beneficiosa para el desarrollo del capital humano.

La hipótesis mencionada se sustenta por medio de evidencia empírica. Mack y Faggian (2013) evaluaron el vínculo entre banda ancha y productividad en el periodo del 2000 al

2007 utilizando una serie de modelos de econometría espacial. El resultado arrojó que un aumento en la banda ancha afecta positivamente a la productividad, ya que un mayor acceso a tecnologías de la información genera un incremento del capital humano y, por ende, de la productividad. Asimismo, Haller y Lyons (2015), mediante el uso del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) en dos etapas, hallaron que una mayor cantidad y calidad de banda ancha se traduce en una subida en los niveles de productividad de una empresa manufacturera irlandesa. Por su parte, Hagsten (2015) evaluó la relación entre tecnología y comunicaciones en la productividad de los trabajadores de las empresas de catorce países europeos considerando una serie de tiempo del 2001 al 2010. Para medir la tecnología, tomó como variable proxy la cantidad e intensidad de banda ancha, y obtuvo, a través del MCO agrupado, que existe una relación positiva y significativa entre la cantidad de banda ancha y la productividad de las empresas.

2.4 Propiedad intelectual

En cuanto a la relación entre la propiedad intelectual y el capital humano, se afirma que los individuos que realizan una inversión en diversas fuentes de propiedad intelectual pueden llegar a tener niveles más altos de capital humano y cada uno de ellos encuentra diferentes incentivos para hacerlo (Becker, 1993). Por otro lado, Bollen et al. (2005) consideran que la acumulación de propiedad intelectual ayuda a la generación de valor de empresas. Tener un mayor nivel de conocimiento y habilidades contribuye positivamente al desarrollo de capacidades cognitivas, lo que, a su vez, influye positivamente en el desarrollo del capital humano.

La evidencia empírica con respecto a lo que plantea Becker (1993) es aplicada en México por Rojas et al. (2000), quienes, luego de analizar la encuesta nacional del ingreso y gasto de los hogares de 1992, indican que el hecho de haber realizado una inversión en cualquier grado de instrucción educativa tiene un efecto positivo sobre el salario de las personas, lo cual aumenta el nivel de capital humano del individuo. Carrasco (2001), en Bolivia, emplea la encuesta de mejoramiento de condiciones de vida realizada en el 2000 y encuentra que el retorno por invertir en educación está condicionado por factores sociales y geográficos, es decir, que depende de la situación en la que se encuentre el individuo. Es importante mencionar que ambos estudios aplican el modelo de Mincer (1974), pero cada uno lo modifica y amplía de acuerdo con sus necesidades. Siguiendo en la misma línea que Bollen et al. (2005), Zahedi et al. (2016) llevaron a cabo un estudio en Irán aplicado al sector automotor. Finalmente, concluyen que, en efecto, la adquisición de conocimiento y capacidades cognitivas incide en un incremento del capital humano, lo que a su vez mejora la operatividad de la empresa.

2.5 Artículos científicos

Por otro lado, con respecto a la relación entre publicaciones de artículos científicos y el capital humano, Paul y Rubin (1984) muestran cómo identificar si un profesor de universidad tiene un buen desempeño en clase. En la investigación toman como capital humano al profesor y consideran que la medida más adecuada para evaluar su desempeño es observar la calidad y cantidad de publicaciones de artículos científicos que tiene en su haber: mientras mejor sea la calidad y tenga más publicaciones, mejor será este desempeño. Sin embargo, como señalan Griffith y Altinay (2020), centrar al profesorado en el trabajo de investigación y sobrecargarlo para lograr metas institucionales generaría un efecto adverso, ya que afectaría negativamente su rendimiento tanto en la práctica de la cátedra como en su producción de investigación, lo cual termina perjudicando el desarrollo del capital humano.

La evidencia empírica sustenta dicha hipótesis en la investigación de Noser et al. (1996), en la cual se estudia la relación entre la productividad de la investigación y el desempeño en clase para profesores de economía. Según este estudio, existe una relación positiva pero marginal entre las variables, a partir de la cual una mayor cantidad de artículos publicados se traduce en un capital humano más productivo. Por otro lado, Iossifova (2008) realizó una investigación en la que compara el número de trabajos de investigación publicados por universidades acreditadas y no acreditadas por la Association to Advance Collegiate Schools of Business, logrando determinar el efecto de la producción científica en dichas instituciones en referencia de la calidad de enseñanza. Algunas universidades acreditadas logran publicar más investigaciones a la par que brindan una mejor educación. En consecuencia, se puede inferir la siguiente relación, ya que la investigación se comprueba como un determinante de la mejora en la calidad de enseñanza de las instituciones de educación superior, esta calidad se ve trasladada a una mejor calidad de formación profesional del capital humano, por lo que se entiende que la relación entre artículos científicos y capital humano es positiva.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene como objeto estudiar el efecto del acceso a internet, la cantidad de patentes registradas, acceso a banda ancha, cargos totales en dólares por el uso de propiedad intelectual (PI) y la producción de artículos académicos, sobre el índice de capital humano. Para estimar el impacto de estas variables se optó por utilizar regresión de datos de panel, que es adecuada, ya que permite realizar un análisis que incorpora la dimensión transversal y longitudinal. Según Verbeek (2005), la ventaja de utilizar datos de panel es que permite captar la heterogeneidad entre las unidades de análisis a lo largo del tiempo, lo cual reduce la posibilidad de obtener resultados sesgados. Asimismo, al poder incluir un mayor número de observaciones en el análisis,

se tiene la ventaja de contar con un mayor número de grados de libertad, que garantizan estimaciones más eficientes y precisas de los parámetros. La estructura del modelo viene dada por la siguiente fórmula:

$$CH_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Internet}_{it} + \beta_2 \text{Patentes}_{it} + \beta_3 \text{Banda ancha}_{it} + \beta_4 \text{PI}_{it} + \beta_5 \text{Artículos} + \varepsilon_t$$

Según las conclusiones de Clarke et al. (2010), cuando el objetivo es evaluar el efecto individual, se debe utilizar el enfoque de efectos fijos en lugar de efectos aleatorios en cada unidad de análisis. Por lo tanto, la ecuación propuesta se estimará mediante el uso de efectos fijos, sin necesidad de realizar una comparación previa de estimaciones mediante el test de Hausman (1978). Asimismo, se examinará la presencia de problemas de heterocedasticidad, autocorrelación o correlación contemporánea. En caso de que estos problemas estén presentes, se corregirán mediante la estimación del modelo de errores estándar corregidos para panel (PCSE).

En cuanto a las economías incluidas en el análisis, se consideran Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Uruguay. El periodo de análisis abarca desde el 2005 hasta el 2017, utilizando datos de frecuencia anual.

En relación con las variables, la variable endógena es el índice de capital humano (CH), el cual se obtuvo de la base de datos de Penn World Table. Este índice se construye utilizando información sobre los años de escolaridad y los retornos de la educación percibidos.

En cuanto a las variables exógenas, se consideran las siguientes: internet, patentes, banda ancha, propiedad intelectual (PI) y artículos científicos. Estas variables fueron extraídas de la base de datos del Banco Mundial.

La variable "internet" se mide como el porcentaje de la población que ha utilizado el internet desde cualquier ubicación en los últimos tres meses, a través de computadoras, teléfonos celulares, asistentes digitales, TV digital u otros medios.

La variable "patentes" es una medida de la cantidad de aplicaciones de patentes realizadas por residentes, registradas mediante una oficina nacional de patentes, con el objetivo de obtener derechos exclusivos sobre un invento o innovación. En este caso, se realizó una transformación de la escala de los datos, expresándolos en términos de miles.

En cuanto a la variable "banda ancha", esta abarca el número de suscripciones fijas de acceso al internet público de alta velocidad (mayor a 256 kbits/s). Se consideran suscripciones como cables módem, línea de abonado digital (DSL) y otras suscripciones de banda ancha fija, excluyendo el acceso al internet vía redes de celulares. Se realizó una transformación de la escala de medición, expresándola en términos de millones de suscripciones.

La variable “propiedad intelectual” (PI) se refiere a los cargos totales en dólares por el uso de propiedad intelectual. Estos pagos se realizan para el uso autorizado de derechos de propiedad, como franquicias, patentes, *copyright*, etcétera. Se transformó la escala de medición a millones de dólares.

Por último, la variable “artículos” cuantifica el número de publicaciones de artículos científicos y técnicos. Se consideran campos de investigación como física, química, biología, matemática, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias terrestres y del espacio. Se realizó una transformación de la escala de medición, expresándola en términos de miles.

4. RESULTADOS

El resultado de la regresión de efectos fijos se puede observar en la Tabla 1, en la cual se visualiza que la variable “artículos” no es estadísticamente significativa al 10 %. Por lo tanto, se debe investigar si existen problemas de autocorrelación, heterocedasticidad o correlación contemporánea que puedan condicionar la significancia de esta variable.

Tabla 1
Regresión del modelo panel mediante efectos fijos

Número de observaciones	96	Número de grupos	8	Prob > F	0,000
Variables	Coeficientes	Desviación estándar	t	P > t	
Internet	0,0023	0,0003	8,46	0,000	
Patentes	0,0709	0,0271	2,61	0,011	
Banda ancha	0,0087	0,0032	2,69	0,009	
PI	0,0000	0,0000	3,82	0,000	
Artículos	0,0017	0,0032	0,54	0,590	
Constante	2,4321	0,0232	104,88	0,000	

Consecutivamente, se utilizó el test de Wooldridge (1994) para evaluar si la regresión presenta autocorrelación de orden 1. En la Tabla 2 se observa que sí se presenta este problema, ya que se rechaza la hipótesis nula al nivel de significancia del 5 %.

Tabla 2

Test de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel

<i>H</i> ₀ :	No hay autocorrelación de primer orden
<i>F</i> (1;7)	= 158,018
Prob > <i>F</i>	= 0,0000

Luego, mediante el test modificado de Wald se busca corroborar si existe heterocedasticidad en el modelo. El resultado presentado en la Tabla 3 indica que el modelo sí presenta este problema, dado que se rechaza la hipótesis nula, lo cual implica que la varianza no es constante.

Tabla 3

Test modificado de Wald para la heterocedasticidad en regresiones de efectos fijos

<i>H</i> ₀ :	$\sigma^2_{(i)} = \sigma^2$ para todas las <i>i</i>
$\chi^2_{(8)}$	= 174,28
Prob > χ^2	= 0,0000

El test de Breusch y Pagan (1980) permite verificar si las observaciones de algunas unidades de análisis están correlacionadas con las observaciones de otra unidad de análisis en el mismo periodo temporal, como se muestra en la Tabla 4. El resultado del test demostró que existe correlación contemporánea entre los países observados.

Tabla 4

Test modificado de Breusch-Pagan para la correlación contemporánea

Breusch-Pagan LM test de independencia		
	$\chi^2_{(28)}$	= 114,573
	Pr	= 0,0000
Basada en doce observaciones completas		

En resumen, el modelo presenta autocorrelación de orden 1, heterocedasticidad y correlación contemporánea. Para corregir estos problemas inherentes a los datos de panel, se utilizó la estimación del modelo de errores estándar corregidos para panel (PCSE). Los resultados se muestran en la Tabla 5. En esta, se puede observar que todas las variables del modelo son significativas al 10 %. Además, el modelo cumple con el test de significancia conjunta y presenta un alto poder explicativo, reflejado en un R-cuadrado de 99,72 %. Por lo tanto, se puede afirmar que se corrigieron exitosamente los problemas mencionados al inicio.

Tabla 5
Regresión de Prais-Winsten, correlated panels corrected standard errors

Número de observaciones	96	Número de grupos	8	Prob > $\chi_{(12)}$	0,000	R ²	0,9972
Panel – corregido							
Variables	Coeficientes		Desviación estándar		z	P > z	
Internet	0,0022		0,0002		10,53	0,000	
Patentes	0,0476		0,0230		2,07	0,038	
Banda ancha	0,0092		0,0033		2,80	0,005	
PI	0,0000		0,0000		1,91	0,056	
Artículos	0,0048		0,0027		1,79	0,073	
constante	2,6401		0,0265		99,45	0,000	
Rho	0,7533						

Por lo demostrado, el modelo queda determinado por la siguiente especificación:

$$CH_{it} = 2,6401 + 0,0022Internet_{it} + 0,0476Patentes_{it} + 0,0092Banda\ ancha_{it} + 0,0000165PI_{it} + 0,0048Artículos_{it} + \varepsilon_t$$

Como se puede observar, todos los signos de los coeficientes son positivos, lo cual es lo esperado, dado que se le puede atribuir una adecuada explicación económica. Un incremento en cualquiera de las variables aumentará el índice de capital humano de cada país. Dicho índice tiene un valor de 2,64 cuando no está determinado por las variables tomadas en cuenta en esta investigación. Esto se debe a que el capital humano es inherente a cada individuo, sin contar factores externos que puedan causar una variación. Por lo tanto, el CH no será nulo para ningún país.

El resultado indica que, si el porcentaje de personas que usan internet aumenta en un 1 %, el índice de capital humano aumentará en 0,002. Esto se basa en que el internet es una herramienta clave para el desarrollo académico, ya que brinda la posibilidad de un mayor acceso a información, y esto significa que, de ser usado adecuadamente, lleva a un mayor aprendizaje. Por lo tanto, es adecuado observar que un mayor uso del recurso tenga un impacto significativo y positivo en el CH, siendo consistente con la evidencia empírica (véase Jiménez et al., 2014).

En el caso de las aplicaciones de patentes, si estas aumentan en mil unidades, el índice de capital humano presentará un incremento de 0,05. El resultado sugiere que un mayor registro de patentes indica la presencia de constante innovación y desarrollo tecnológico, lo cual se traduce en un aumento del capital humano. Esto refuerza la hipótesis establecida en los estudios de Crosby (2000) y Faggian y McCann (2008).

Con respecto a las suscripciones de banda ancha fija, se observa que una variación de un millón ocasionará un incremento de 0,009 en el índice de capital humano. Un mayor acceso al internet de alta velocidad facilita la disponibilidad de información, lo cual fomentará la investigación, educación y conocimiento en la población, por lo que es adecuado que guarde una relación positiva con respecto al CH. Este hallazgo está alineado con la evidencia empírica en los estudios de Mack y Faggian (2013) y Haller y Lyons (2015), que sustentan una mayor productividad dado un incremento en la banda ancha fija.

Por su parte, un pago adicional de un millón de dólares por el uso de la propiedad intelectual incrementará el índice de capital humano en 0,00002. El uso autorizado de los derechos exclusivos sobre las creaciones intelectuales implica una mayor disponibilidad de conocimientos y recursos. Por lo tanto, el aprovechamiento de dicha información se verá reflejado en un mayor índice de capital humano. Dada la exclusividad del uso de la propiedad intelectual, el impacto que genera en el capital humano será individual, no colectivo. Además, acceder a estos activos intangibles tiene un alto costo. Es por ello que el coeficiente estimado de PI es menor en comparación con los obtenidos en las demás variables. Dicho resultado apoya los hallazgos de Zahedi et al. (2016) sobre la incidencia de un mayor capital humano debido a la adquisición de conocimiento.

Por último, con relación al número de artículos científicos y técnicos publicados, se observa que, si estos aumentan en mil unidades, el índice de capital humano será mayor en 0,005. La publicación de artículos implica investigación, adquisición de conocimientos y uso de recursos educativos. Dicho esto, es coherente que más publicaciones representen una población más educada e innovadora, por lo que tiene sentido que se vea reflejado en una subida en el índice de capital humano, como lo indica Iossifova (2008) en su estudio.

5. CONCLUSIONES

En el presente estudio, se ha realizado un análisis de los determinantes del capital humano desde una perspectiva de innovación y tecnología para un grupo de países latinoamericanos. Para lograr esto, se consideraron las variables internet, banda ancha, patentes, propiedad intelectual y artículos científicos mediante una regresión de datos de panel bajo la metodología del PCSE. Los resultados muestran que estas variables sí tienen un impacto positivo en el capital humano, siendo todas estadísticamente significativas al menos al 10 %.

De acuerdo con los coeficientes y niveles de significancia estadística obtenidos, se establece que las variables más relevantes para determinar el capital humano son las siguientes: patentes, internet y banda ancha. En cuanto a la variable patente, los resultados indican que es el componente que más aporta de manera positiva al índice

de capital humano, lo cual evidencia su importancia en el modelo. Esto se explica debido a que un mayor número de patentes aplicadas implica una constante innovación y desarrollo, lo cual se manifiesta en un incremento en los conocimientos y habilidades de la fuerza laboral, lo que fortalece el capital humano.

Asimismo, las variables internet y banda ancha determinan en gran medida al capital humano. Las dos representan los componentes de tecnología dentro del modelo, ya que abarcan tanto la capacidad instalada como el uso de las herramientas tecnológicas. De este modo, un aumento en la disponibilidad de información basado en el internet se refleja en más personas que adquieren capacidades y herramientas que les permitirán un mayor desempeño académico y, por tanto, mejorar la calidad del capital humano.

Además, se ha encontrado evidencia de que la propiedad intelectual y los artículos científicos, aunque son estadísticamente significativos, no desempeñan un papel principal en la determinación del capital humano en los países estudiados. En el caso de la propiedad intelectual, si bien el derecho de uso de la misma puede ser una fuente adicional de conocimiento que contribuye al capital humano, su efecto es relativamente menor debido a que el acceso a esta información es exclusivo y costoso, lo que lleva a las personas a optar por otras fuentes de información más accesibles.

Por otro lado, en cuanto a los artículos científicos, se observa que la producción de trabajos académicos en América Latina aún se encuentra en proceso de desarrollo. Si bien el acceso a información y educación a través de publicaciones científicas contribuye al capital humano, es importante destacar que gran parte de esta información proviene de publicaciones de países desarrollados. Por lo tanto, la variable de artículos científicos no resulta tan representativa en el contexto de los países estudiados.

Considerando los hallazgos, se logra entender la gran relevancia que tiene la infraestructura y acceso a tecnologías de la información para lograr una educación de calidad, lo cual lleva a un alza en el capital humano. Partiendo de esto, es recomendable que los Gobiernos latinoamericanos se enfoquen en fomentar la innovación y desarrollo tecnológico mediante una mayor inversión en la investigación e infraestructura tecnológica, y a su vez garantizar una adecuada gestión de los recursos. La implementación de políticas públicas que estén en línea con el contexto del desarrollo de la innovación y tecnología es un factor clave para que los países latinoamericanos puedan potenciar su capital humano, por ende, incrementar su productividad y lograr ser más competitivos económicamente a nivel global.

Créditos de autoría

Gonzalo Alberto Cárdenas Valle: conceptualización, validación, análisis de datos, investigación, redacción; preparación del primer borrador, redacción; revisión y edición.

Luciana Cristina Gálvez Vildósola: conceptualización, validación, análisis de datos, investigación, redacción; preparación del primer borrador, redacción; revisión y edición.

Victor Alonso Sotil Levy: conceptualización, validación, análisis de datos, investigación, redacción - preparación del primer borrador, redacción; revisión y edición.

Domenica Vásquez de Velasco Dolci: conceptualización, validación, análisis de datos, investigación, redacción; preparación del primer borrador, redacción; revisión y edición.

REFERENCIAS

- Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O., Dzator, J., & Kufuor, N. K. (2022). Enhancing human development in developing regions: do ICT and transport infrastructure matter? *Technological Forecasting and Social Change*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121725>
- Becker, G. S. (1964). *Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education*. Columbia University Press.
- Becker, G. S. (1993). Nobel lecture: the economic way of looking at behavior. *Journal of Political Economy*, 101(3), 385-409. <https://www.jstor.org/stable/2138769>
- Bollen, L., Vergauwen, P., & Schnieders, S. (2005). Linking intellectual capital and intellectual property to company performance. *Management Decision*, 43(9), 1161-1185. <https://doi.org/10.1108/00251740510626254>
- Breusch, T., & Pagan, A. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Carrasco, A. S. E. (2001). Los retornos de la inversión en capital humano en Bolivia. *Revista Análisis Económico UDAPE*, 19, 1-26. https://www.udape.gob.bo/portales_html/analisisEconomico/analisis/vol19/art01.pdf
- Clarke, P., Crawford, C., Steele, F., & Vignoles, F. (2010). The choice between fixed and random effects models: some considerations for educational research. *IZA Discussion Paper*, (5287). <https://docs.iza.org/dp5287.pdf>
- Crosby, M. (2000). Patents, innovation and growth. *Economic Record*, 76(234), 255-262. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.2000.tb00021.x>
- Faggian, A., & McCann, P. (2008). Human capital, graduate, migration and innovation in British regions. *Cambridge Journal of Economics*, 33(2), 317-333. <https://www.jstor.org/stable/23601804>

- Griffith, A. S., & Altinay, Z. (2020). A framework to assess higher education faculty workload in US universities. *Innovations in Education and Teaching International*, 57(6), 691-700. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14703297.2020.1786432>
- Hagsten, E. (2015). Broadband connected employees and labour productivity: a comparative analysis of 14 European countries based on distributed microdata access. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(6), 613-629. <https://doi.org/10.1080/10438599.2015.1105547>
- Haini, H. (2019). Internet penetration, human capital and economic growth in the ASEAN economies: evidence from a translog production function. *Applied Economics Letters*, 26(21), 1774-1778. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1597250>
- Haller, S. A., & Lyons, S. (2015). Broadband adoption and firm productivity: evidence from Irish manufacturing firms. *Telecommunications Policy*, 39(1), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.10.003>
- Hausman, J. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>
- Huang, Y., & Jim Wu, Y. (2010). Intellectual capital and knowledge productivity: the Taiwan biotech industry. *Management Decision*, 48(4), 580-599. <https://doi.org/10.1108/00251741011041364>
- Iossifova, A. (2008). Research productivity, teaching relevance, and AACSB accreditation. *Quality Management Journal*, 15(4), 46-56. <https://doi.org/10.1080/10686967.2008.11918204>
- Jiménez, M., Matus, J., & Martínez, M. (2014). Economic growth as a function of human capital, internet and work. *Applied Economics*, 46(26), 3202-3210. <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.925079>
- Mack, E., & Faggian, A. (2013). Productivity and broadband. *International Regional Science Review*, 36(3), 392-423. <https://doi.org/10.1177/0160017612471191>
- Malamud, O., & Pop-Eleches, C. (2011). Home computer use and the development of human capital. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 987-1027. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr008>
- Malamud, O. (2019). The effect of home computers and the internet on children's human capital development. *DICE Report*, 17(2), 34-40. <https://ideas.repec.org/a/ces/ifodic/v17y2019i02p34-40.html>
- Maskus, K. E., & McDaniel, C. (1999). Impacts of the Japanese patent system on productivity growth. *Japan and the World Economy*, 11(4), 557-574. [https://doi.org/10.1016/S0922-1425\(99\)00012-2](https://doi.org/10.1016/S0922-1425(99)00012-2)

- Mincer, J. (1974). *Schooling experience and earnings*. National Bureau Economics Research.
- Nelson, R., & Phelps, E. (1966). Investment in humans, technology diffusion, and economic growth. *American Economic Review*, 56, 142-147. <https://ideas.repec.org/p/cwl/cwldpp/189.html>
- Noser, T. C., Manakyan, H., & Tanner, J. R. (1996). Research productivity and perceived teaching effectiveness: a survey of economics faculty. *Research in Higher Education*, 37(3), 199-221. <https://doi.org/10.1007/BF01730119>
- Owusu-Agyei, S., Okafor, G., Chijoke-Mgbame, A. M., Ohalehi, P., & Hasan, F. (2020). Internet adoption and financial development in sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120293>
- Paul, C. W., & Rubin, P. C. (1984). Teaching and research: the human capital paradigm. *The Journal of Economic Education*, 15(2), 142-147. <https://doi.org/10.1080/00220485.1984.10845062>
- Rojas, M., Angulo, H., & Velásquez, I. (2000). Rentabilidad de la inversión en capital humano en México. *Economía Mexicana. Nueva Época*, 9(2), 113-142. http://www.economiamexicana.cide.edu/num_anteriores/IX-2/01_MARIANO_ROJAS_113-142.pdf
- Schultz, T. W. (1993). The economic importance of the human capital in modernization. *Education Economics*, 1(1), 13-19. <https://doi.org/10.1080/09645299300000003>
- Verbeek, M. (2005). Models based on panel data. *A Guide to modern econometrics*. Wiley.
- Wooldridge, J. M. (1994). Estimation and inference of dependent processes. *Handbook of Econometrics*, 4, 2639-2738. [https://doi.org/10.1016/S1573-4412\(05\)80014-5](https://doi.org/10.1016/S1573-4412(05)80014-5)
- Yang, G., Wang, F., Huang, X., & Chen, H. (2022). Human capital inflow, firm innovation and patent mix. *Journal of Asian Economics*, 79. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2021.101439>
- Young, B. (2006). A study on the effect of internet use and social capital on the academic performance. *Development and Society*, 35(1), 107-123. <https://hdl.handle.net/10371/86685>
- Zahedi, M., Hosnavi, R., & Kangogar, A. (2016). Linking intellectual capital and intellectual property to company performance. *Management Science Letters*, 6(12), 753-758. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2016.10.005>