

Efectos de un aumento en el stock de graduados STEM en el Perú: Un análisis de modelo de equilibrio general

Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar empíricamente si la acumulación de capital humano del tipo STEM genera resultados positivos en las variables de resultado de la economía peruana. La hipótesis es que un aumento en el stock de los graduados de carreras STEM tendrá un efecto positivo en la producción, PBI y demás variables socioeconómicas. Para probar la presente hipótesis se implementa un modelo de equilibrio general computable con una matriz de contabilidad social calibrada a partir de la matriz insumo producto del 2007 y utilizando la Encuesta Nacional de Hogares (2019). Los resultados del modelo sugieren que un aumento del 2% en el stock de graduados STEM aumenta el nivel de producción de los distintos sectores, los salarios de los demás tipos de trabajadores y el bienestar general de la economía peruana.

Literatura teórica

Hay tres mecanismos potenciales, generalmente referidos, para los efectos positivos de un aumento del capital humano. En primer lugar, Marshall (1940), Rauch (1993) y Jovanovich y Rob (1989) afirman que los efectos externos de la concentración del capital humano surgen del “intercambio de conocimientos y habilidades entre los trabajadores que se produce a través de la interacción formal e informal. Cuanto más capital humano (conocimiento) tengan los individuos en una determinada vecindad, más fácil será la difusión del conocimiento”. Una segunda fuente de estas externalidades la dan Schultz (1967), Marshall (1961) y Acemoglu (1997). Para estos autores, el efecto de externalidad surge porque una mayor concentración de

trabajadores altamente calificados facilita que las empresas adopten nuevas tecnologías de producción a través de la inversión. Acemoglu (1996) y Acemoglu y Angrist (2000) utilizan un enfoque teórico similar. Afirman que la micro-fundación convencional establece que "un aumento en el stock de capital humano (o el capital humano promedio de la fuerza laboral) reduce la tasa de rendimiento del capital humano". Esto se debe al hecho de que las empresas querrían invertir más en capital físico, lo que a su vez aumenta los rendimientos del capital. Sin embargo, su modelo ampliado toma en cuenta que "las empresas intentarán aprovechar el mayor nivel de capital humano invirtiendo más en su capital físico, pero no todas esas empresas coincidirán con los trabajadores de alto capital humano. Por tanto, los trabajadores que no aumentaron sus inversiones en capital humano se beneficiarán al poder trabajar también con más capital físico".

Más recientemente, Moretti (2004 a, b) y Winters (2014) afirman que la educación de un individuo podría beneficiar a otros trabajadores "a través de la creación de nuevas ideas que conduzcan a nuevos procesos de producción, la transmisión de conocimientos y habilidades de un trabajador a otro, aumento de la demanda de bienes y servicios producidos localmente y sustituibilidad imperfecta de mano de obra calificada y no calificada". Esta es la definición que pertenece al lado de la "clase creativa" de la literatura.

Autores como Florida (2002) sugieren que los trabajadores de la clase creativa pueden ser los más relevantes para el desarrollo económico, dado que este tipo de capital humano genera el entorno propicio para el surgimiento de nuevas ideas, nuevos procesos productivos más eficientes y mayor productividad. Florida (2002) y Winters (2014) definen a esta clase de trabajadores como aquellos que "se involucran en la resolución de problemas complejos que implican una gran cantidad de juicio independiente y requieren altos niveles de educación o capital humano".

Aunque se piensa que la “clase creativa” y sus medidas mencionadas benefician a otros trabajadores, Robst (2007 a, b) y Abel & Deitz (2012) mencionan que este tipo de clase es bastante heterogéneo. Además, estos autores afirman que algunos tipos de capital humano solo benefician al individuo que los posee y no al resto de la fuerza laboral y que muy pocos de los títulos universitarios realmente aumentan, sustancialmente, el desarrollo de habilidades que son altamente valoradas en el ámbito laboral. mercado. Por lo tanto, las medidas descritas pueden no ser adecuadas para capturar adecuadamente los tipos de capital humano para el desarrollo económico regional (Rodríguez-Pose y Vilalta-Bufi 2005). Además, como sugiere Winters (2014), "definir las ocupaciones como creativas o no es un proceso inherentemente subjetivo ... no existe una definición de referencia obvia e intuitiva como en la educación"

Ante esta complicación, autores como Florida, Mellander y Stolarik (2008) dan una descomposición de la clase creativa en varios grupos ocupacionales y tratan de corroborar la correlación que estos grupos tienen con los salarios e ingresos medios locales. No obstante, como afirma Winters (2014), “los salarios e ingresos medios reflejan efectos tanto directos como indirectos. Una alta densidad de ocupaciones con altos ingresos debería incrementar los salarios promedio directamente debido a los efectos de la composición. Mucho más interesante es si los trabajadores altamente calificados benefician indirectamente a otros trabajadores en la misma área, es decir, ¿tienen efectos externos positivos sobre los salarios de los trabajadores en otras ocupaciones? " una cuestión importante pasada por alto por numerosos investigadores que utilizan los salarios medios. Esta última observación es la motivación de su artículo y del presente trabajo de investigación. Winters (2014) se centra en los efectos de externalidad que tiene la concentración de graduados universitarios STEM en los salarios de los graduados STEM, los no graduados STEM y los trabajadores sin educación universitaria. Este artículo tiene como objetivo

probar la validez externa de los efectos en la literatura para los países desarrollados y probar qué tipos de capital humano tienen los efectos externos más fuertes.

Literatura Empírica

El primer enfoque encontrado de artículos empíricos que apuntan a medir los efectos de desbordamiento del capital humano para los EE. UU. Utiliza un enfoque agregado. Shapiro (2006), Iranzo & Peri (2009) y Winters (2011) utilizan variables regionales agregadas para realizar su análisis. Sus principales resultados muestran que la concentración de graduados universitarios tiene efectos positivos sobre el crecimiento del empleo, el crecimiento de la productividad regional de la PTF y los ingresos anuales promedio, respectivamente. Sin embargo, este enfoque no permite tener en cuenta la variabilidad individual y el cuerpo de trabajo que utiliza muestras compuestas por individuos sería más adecuado para examinar con mayor precisión los efectos de externalidad de la concentración de capital humano.

El cuerpo de trabajo que utiliza muestras compuestas por individuos está muy concentrado en los EE. UU. Moretti (2004a, b, c), Winters (2012, 2014) analizan los efectos secundarios de la educación universitaria mediante una comparación entre los salarios de personas similares que trabajan en ciudades con diferentes concentraciones (como parte de la fuerza laboral) de graduados universitarios. Su estimación de una ecuación de picadora aumentada muestra efectos de externalidad positivos sobre los salarios, la participación en la fuerza laboral y el empleo. Los primeros cuatro artículos utilizan la participación de los graduados universitarios en la fuerza laboral como un indicador del capital humano. Evalúan cierta heterogeneidad de los efectos ejecutando regresiones en diferentes muestras de la población en las áreas urbanas de los EE. UU. Finalmente, Winters (2014) contribuye a la literatura utilizando la participación de la fuerza laboral de los graduados universitarios STEM y no STEM. Sus resultados indican que la concentración de graduados universitarios STEM a nivel urbano tiene un efecto mayor que la

concentración de graduados universitarios no STEM. Los efectos secundarios encontrados en estos artículos son robustos a la inclusión de variables de control a nivel individual y de área urbana.

Se encuentran resultados similares para otros países desarrollados de la región europea. Jurajda y Terrell (2009), Wixe (2016) y Basile et al (2018) encuentran efectos indirectos positivos de la concentración de capital humano a nivel regional en variables como el empleo y la propensión a innovar de las empresas. Los tres primeros autores exploran los efectos que podrían tener diferentes niveles de participación del capital humano (universidad, secundaria superior, secundaria inferior y primaria) encontrando que los niveles superiores tienen un alto nivel de complementariedad. En consecuencia, las regiones con altos niveles de capital humano atraen a trabajadores altamente calificados. El segundo documento también explora cierta heterogeneidad mediante el uso de mediciones de capital humano a nivel de empresa y regional. Ambas medidas están asociadas positivamente con la propensión de la empresa a innovar.

Literatura empírica para el caso peruano.

Para el caso peruano los estudios analizados se centran bastante en factores estructurales como la inversión pública, la expansión del sistema financiero y los recursos naturales como principales determinantes del crecimiento económico peruano. El primer estudio encontrado es el de Jiménez (1997), el cual se centra en demostrar que la dinámica del crecimiento para el periodo 1950-1995 fue afectada por un desequilibrado proceso de industrialización y a la falta de estructura de la inversión pública para poder adaptarse a este proceso. Este autor encuentra que las políticas del tipo “freno” y “arranque” del gasto público no fueron influyentes en la demanda agregada y esto volvió el crecimiento y la dinámica productiva muy propensos al estancamiento.

El segundo estudio es el de Aguilar (2011), el cual busca evaluar si existe un efecto significativo de la expansión del microcrédito sobre el crecimiento de la actividad económica en las regiones peruanas. La expansión del microcrédito se introduce al modelo de crecimiento ya que le brinda una fuente de financiamiento e inversión a las micro y pequeñas empresas. El crédito ofrecido por las instituciones micro-financieras tiene un impacto más importante sobre el crecimiento que los créditos ofrecidos por la banca comercial. Aunque este estudio supone que la relación entre crecimiento regional y la expansión micro-financiera es homogénea, es decir, la misma para todas las regiones, lo que podría no ser necesariamente cierto.

Luego se tiene al estudio de Urrunaga & Aparicio (2012) el cual estudia la relación entre la inversión en infraestructura, la productividad total factorial y el crecimiento económico. Este autor utiliza un panel de datos con información de las 24 regiones peruanas para el periodo 1980-2009. Los hallazgos señalan que la presencia de diferencias significativas en las repercusiones de las distintas infraestructuras principalmente las de electricidad y telecomunicaciones— en el producto per cápita de cada región, que pueden atribuirse a las brechas en la calidad de la infraestructura regional. El autor menciona que el principal mecanismo por medio del cual la infraestructura afecta al producto y al crecimiento económico se encuentra en la mejora de la productividad del capital, que será más importante cuanto mayor sea la complementariedad entre la infraestructura y la inversión productiva de las empresas.

El siguiente estudio (Ponce, 2013) utiliza un enfoque similar al anterior, pero desagrega la inversión pública en “inversión social”, infraestructura y otros tipos de capital fijo. De manera similar, hace un análisis regional para los años 1997-2011. Esta autora encuentra que, si bien la inversión pública ha resultado ser un factor relevante en el crecimiento económico, la inversión

privada es la que mayor impacto ha generado en el periodo analizado. Uno de los efectos heterogéneos encontrados evidencia que la región de la Sierra se utilizan las tierras para satisfacer la demanda interna, lo cual genera una menor inversión, en contraste con departamentos de la Costa que usan sus tierras para productos de exportación, obras de irrigación, además de cubrir la demanda interna.

Por último, el estudio de Tello (2015) busca analizar la validez de la hipótesis de la maldición de los efectos de los RN sobre el crecimiento, empleo y la diversificación de los productos de exportación a nivel regional. Dada la alta concentración en pocos productos de la oferta exportable regional y del Perú¹, la ‘maldición’ radica en la dependencia de las regiones en los RN para crecer retardando así el desarrollo regional por los efectos no significativos sobre el empleo secundario y terciario, y el proceso de diversificación de exportaciones.

De esta forma, se puede evidenciar la carencia de estudios que tomen al capital humano en sus diferentes variaciones como una variable importante para el crecimiento económico y demás resultados socioeconómicos en el Perú.

Datos y modelo

Número y detalle de los factores de producción:

1. Mano de obra sin nivel educativo: personas sin nivel educativo.
2. Mano de obra poco calificada: personas hasta con secundario incompleto.
3. Mano de obra calificada no STEM: personas con estudios superiores técnicos o universitarios que no están asociadas a la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.
4. Mano de obra calificada STEM: personas con estudios superiores técnicos o universitarios que están asociados a la ciencia tecnología, ingeniería y matemáticas.

¹ Cajamarca y Apurímac son las regiones de mayor concentración y Lima-Callao la menos concentrada.

5. Capital: Excedente de explotación de los sectores no primarios.
6. Capital natural específico del sector 1: factor inmóvil de este sector.
7. Capital natural específico del sector 2: factor inmóvil de este sector.

El stock STEM es definido como las ocupaciones relacionadas con las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Dado que las carreras STEM requieren de años de capacitación, solo se tomará en cuenta a los individuos que hayan estudiado alguna carrera STEM y que tengan una ocupación STEM.

Para ello, se utilizó la encuesta nacional de hogares del año 2019. El criterio STEM que se ha elegido requiere que la persona esté empleada en una ocupación STEM y que haya estudiado o esté estudiando una carrera STEM, además de estar considerada dentro de la Población Económicamente Activa Ocupada (PEAO). Adicionalmente, se debe segmentar todos los cálculos para cada sector, esto se hace a través de la pregunta p506r4, la cual indica el CIU al que pertenece el individuo. El primer criterio se obtiene del módulo 5 de ENAHO (módulo de empleo e ingresos), en donde se utiliza la pregunta p505r4: “¿cuál es la ocupación principal que desempeñó? (revisión con-2015)”. Luego de quedarse únicamente con la PEAO, se utiliza el factor de expansión de empleo e ingresos para obtener la proporción total de las personas ocupadas en empleos STEM para cada sector.

El segundo criterio se obtiene del módulo 3 de ENAHO (módulo de educación), en donde se utiliza la pregunta p301a1: “Código de la carrera superior universitaria o no universitaria que usted estudia o ha estudiado”. De la misma forma que en el anterior caso, los cálculos se realizan solamente para la PEAO.

Resultados del modelo

Cuadro R. Resultados de la simulación de un aumento del 2% en el stock de graduados STEM.

Variable	Sector	$\Delta\%$ en Valor Nominal	$\Delta\%$ en Valor Real
Producción	S1 _{agropecuario}	-0.028	0.054
	S2 _{mprimas}	0.015	0.097
	S3 _{manufactura}	0.037	0.118
	S4 _{electr.gas.agua}	-0.042	0.040
	S5 _{servicios}	-0.003	0.078
	S6 _{notransable}	0.053	0.135
Exportaciones	S1 _{agropecuario}	0.029	0.002
	S2 _{mprimas}	-0.023	0.011
	S3 _{manufactura}	-0.046	-0.014
	S4 _{electr.gas.agua}	-3.106	-3.133
	S5 _{servicios}	-0.046	-0.048
Importaciones	S1 _{agropecuario}	0.094	0.067
	S2 _{mprimas}	0.036	0.070
	S3 _{manufactura}	0.030	0.062
	S4 _{electr.gas.agua}	0.000	0.000
	S5 _{servicios}	-0.062	-0.063
Ingreso	H1	0.004	0.016
	H2	0.004	0.016
	H3	0.353	0.575
Ahorro		0.000	-0.082
PBI		0.000	0.081
Índice de Precios		0.999	
Retorno a los factores	W _{no calificado}	0.018	0.100
	W _{NoSTEM}	0.020	0.101
	r _{capital}	0.003	0.085
	W _{STEM 1}	-0.031	0.050
	W _{STEM 2}	-0.030	0.051
	W _{STEM 3}	-0.167	-0.086

El aumento del stock de graduados STEM del 2% muestra un efecto real positivo para la mayoría de variables de resultado socioeconómicas. En primer lugar, la producción de los seis sectores analizados aumenta en un 0.6% aproximadamente, con los sectores de manufactura y no transable aumentando en una mayor proporción que el resto. Las exportaciones también se incrementan excepto para los sectores de manufactura y servicios de gas, electricidad y agua. Lo cual se encuentra dentro de lo esperado puesto que el consumo de estos tres servicios aumenta para el sector interno y no transable. Del mismo modo, las importaciones aumentan a excepción del sector servicios. El PBI aumenta en casi 1% y el índice de precios disminuye debido

a la mayor producción de bienes y servicios. El ahorro disminuye en 0.82%, lo cual significa que los hogares utilizan una mayor proporción de sus ingresos (aunque pequeña) para el consumo. Adicionalmente, los retornos a los factores aumentan en 0.06% en promedio con el retorno a las inversiones (capital).

Las variaciones reportadas por el modelo responden a una dinamización de la economía dado el shock de oferta de capital humano altamente calificado. Este aumento en la oferta de mano de obra calificada mejora la capacidad productiva de las empresas en todos los sectores económicos y por ello aumenta la producción. Este aumento de la producción requiere un mayor consumo de bienes y servicios intermedios como lo son la electricidad, agua y gas. Por esta razón, las exportaciones de este sector disminuyen puesto que, dado el aumento de la demanda interna, el precio que perciben en el mercado interno sería mayor que en el mercado internacional. Dada esta dinamización inicial y el cambio positivo en el retorno a los factores productivos, el ingreso de todos los tipos de hogar también aumenta. Asimismo, la disminución de las exportaciones e importaciones de servicios correspondería también al aumento de la demanda interna debido al aumento de la producción de los demás sectores económicos.

Cuadro VC. Variaciones compensadas y equivalentes por tipo de trabajador.

Bienestar	$VC_{no\ calificadas}$	0.010
	$VC_{No\ STEM}$	0.011
	VC_{STEM}	0.171
	VC	0.192
	VE	0.192

A pesar de que se tienen efectos positivos en la mayoría de variables de resultado económico y de que aquellas reducciones en las exportaciones se deben al aumento de la producción y demanda interna, el cambio en el bienestar de una sociedad debe verse mediante las variaciones compensadas y equivalentes. Estas variaciones muestran un aumento para todos los tipos de

trabajador. Es decir, que el efecto promedio de todas las variaciones en producción, exportaciones y retornos a los factores es positivo para los hogares.

Conclusiones

El presente análisis ha evaluado un aumento en el stock de egresados STEM en las variables de resultado de la economía peruana. Este ejercicio se ha hecho mediante la utilización de un Modelo de Equilibrio General Computable, el cual ha necesitado de una Matriz de Contabilidad Social. Dicha matriz ha sido construida a partir de la Matriz Insumo Producto del 2007. Las proporciones de egresados STEM y no STEM de los distintos niveles educativos se han calculado a partir de la Encuesta Nacional de Hogares (2019). De esta forma, los parámetros del Modelo se han calibrado a partir de estas dos bases de datos.

La literatura teórica y empírica relacionan al crecimiento con la calidad y cantidad del capital humano a nivel país y a nivel subnacional. Sin embargo, no existe un análisis similar al que se ha conducido en el presente trabajo. Más aún, la literatura peruana no aborda la importancia del capital humano en las variables de resultado económico. Por esta razón, se ha optado por evaluar un potencial incremento del stock de capital humano tipo STEM en la economía peruana. De esta forma, los resultados del modelo sugieren que un aumento de este tipo de capital humano tiene un efecto positivo en las variables de producción, empleo y bienestar general de la población. Este efecto positivo se ha limpiado de las potenciales variaciones nominales (por precios y costos) para poder mostrar el efecto real (en términos de producto y no de precio).

Referencias bibliográficas

- Croak, M (2018) The Effects of STEM Education on Economic Growth. Honors Theses. 1705. Union College
- Sianesi, B. & Van Reenen J. 2002. The Returns to Education: Macroeconomics. *Journal of Economic Surveys* 17 (2): 157–200.
- Islam, Rabiul, M.D., James B. Ang, Jakob B. Madsen. 2014. "Quality-Adjusted Human Capital and Productivity Growth." *Economic Inquiry* (52, no. 2): 757–777.
- Cohen, Daniel and Marcelo Soto. 2007. "Growth and Human Capital: Good Data, Good Results." *Journal of Economic Growth* (12): 51-76.
- Nauriyal, D., Sahoo, B., & Dixit, A. (2009) Economic Growth, Globalisation and Human Capital. *The Indian Economic Journal*. 56(4): 37-54
- Bhattacharya, B., & Bathla, S. (2011) Sustaining India's High Economic Growth Does Human Capital Formation Matter? *The Indian Economic Journal*. 58(4): 31-50
- Vinod, H. & Kaushik, S (2007) Human capital and economic growth: Evidence from developing countries. *The American Economist*. 51(1): 29-39
- Sulaiman, C., Bala, U., Abiso, B., Waziri, S. & Maji, I. (2015) Human Capital, Technology, and Economic Growth: Evidence from Nigeria. *SAGE Open*.
- Qadri, F. & Waheed, A. (2013) Human capital and economic growth: Cross-country evidence from low-, middle- and high-income countries. *Progress in Development Studies*. 13(2): 89–104
- Maitra, B. (2016) Investment in Human Capital and Economic Growth in Singapore. *Global Business Review*. 17(2): 425–437
- Kostakis, I. & Theodoropoulou, E. (2017) Spatial analysis of the nexus between tourism–human capital–economic growth: Evidence for the period 2000–2014 among NUTS II Southern European regions. *Tourism Economics*.
- Jiménez, F. (1997) Ciclos y determinantes del crecimiento económico: Perú 1950-1996. *Economía*. 20(39-40): 103-164
- Aguilar, G. (2011) Microcrédito y crecimiento regional en el Perú. Departamento de Economía PUCP. Documento de Trabajo 317.
- Urrunaga, R. & Aparicio, C. (2012) Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista CEPAL* 107.
- Ponce, S. (2013) Inversión Pública y Desarrollo Económico Regional. Tesis de Maestría PUCP.
- Tello, M (2015) Recursos naturales, diversificación y crecimiento regional en el Perú. *Economía*. 38(75): 41-100
- Psacharopoulos, G. (1994) Returns to investment in education: A global update. *World Development*. 22 (9): 1325–1343.

Hall, R. & Jones, C (1999) Why do some countries produce so much more output per worker than others? *Quarterly Journal of Economics* 114(1): 83-116.

Barro, R. & Lee, J. (2010) A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010. NBER Working Paper no 15902.

Caselli, F. (2005) Accounting for Cross-Country Income Differences. in Philippe Aghion and Steven N. Durlauf (eds.) *Handbook of Economic Development*

Saavedra, J. & Maruyama, E. (1999) Los retornos a la educación y a la experiencia en el Perú: 1985-1997. En *Pobreza y economía social: análisis de una encuesta (ENNIV-1997)*. Webb, Richard ed; Ventocilla, Moisés ed. Lima: Instituto Cuánto, 1999. 372 p.

Yamada, G. (2007) Retornos a la educación superior en el mercado laboral: ¿Vale la pena el esfuerzo? Informe Final CIES (2005).

Yamada, G. & Castro, J. (2010) Educación superior e ingresos laborales: Estimaciones paramétricas y no paramétricas de la rentabilidad por niveles y carreras en el Perú. CIUP. DD/10/06.

Mincer, J. (1958) Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. *Journal of Political Economy*. 66(4): 281-302.