

LA EDUCACIÓN COMO MOTOR DE LA TRANSFORMACIÓN
PRODUCTIVA DE LOS PAÍSES

Dayana Karoline Parra Díaz
Valentina Yepes Ortiz

Trabajo de Grado

Asesor: Thomas Goda

Profesores:
Mauricio Ramírez
José Vicente Cadavid

Universidad EAFIT
Escuela de Economía y Finanzas
Medellín
2021

Tabla de contenido

I. Introducción	3
II. Marco teórico y antecedentes empíricos	6
III. Metodología	10
IV. Resultados	14
V. Conclusiones	23
VI. Referencias	24

I. Introducción

El crecimiento económico es un tema que ha llamado la atención de los economistas a lo largo del tiempo, en especial, conocer las razones por las cuales unos países crecen más que otros. Hidalgo y Hausmann sugieren que un determinante importante del crecimiento es el nivel de complejidad de las economías (Hidalgo, 2009; Hidalgo & Hausmann, 2009) e introducen el Índice de Complejidad Económica (ECI, por sus siglas en inglés) como una forma de cuantificar la estructura productiva de un país. El nivel de complejidad de un país se calcula en función de la diversidad de exportaciones que produce y su ubicuidad, es decir, el número de países capaces de producirlas. El principio de esta teoría es que los países que albergan una gran diversidad de conocimientos productivos, particularmente conocimientos especializados y complejos, son capaces de producir una gran diversidad de productos sofisticados. Por el contrario, los países con baja complejidad económica se basan en la exportación de bienes primarios y explotación de recursos naturales, los cuales no generan mayor valor agregado y son altamente sustituibles (Todaro & Smith, 2021).

Así como la complejidad se calcula en función de la diversificación y la ubicuidad, estas últimas se calculan en función de las capacidades disponibles en un país, entendiendo capacidades como insumos tangibles, infraestructura, puentes y carreteras, e intangibles como las normas, instituciones, conocimientos y habilidades (Hidalgo, 2009). Respecto a los intangibles, la educación puede ser considerada uno de los mayores determinantes de las capacidades, dado que afecta positivamente las habilidades y conocimientos de un país.

Entre más capacidades tenga una economía, podrá generar más combinaciones y exportar más variedad de productos, logrando mayores niveles de diversificación; y entre más capacidades requiera la producción de un producto específico, menos ubicuo será (Hidalgo, 2009). De modo que, tal como afirman Albeaik et al. (2017), la capacidad de la complejidad económica para predecir el crecimiento de un país está respaldada por ideas bien establecidas en economía, tales como la noción de que las instituciones, la educación, el conocimiento, el *Know How* y la tecnología, son determinantes del crecimiento económico. Sin embargo, existe poca evidencia empírica que verifique como la educación es un determinante de la complejidad de una economía.

De forma más general, a lo largo de la historia, la educación ha sido considerada como un determinante fundamental del crecimiento económico y del bienestar, por lo que la escolarización e inversión en capital humano han sido de los principales objetivos dentro del planteamiento de políticas de desarrollo en los países (Hanushek & Woessmann, 2012). Según Hanushek & Woessmann (2010), existen tres mecanismos por medio de los cuales la educación tiene efectos sobre el crecimiento en el largo plazo: En primer lugar, la educación aumenta el capital humano asociado a la fuerza laboral, lo que implica incrementos en la productividad de los trabajadores y a su vez en el crecimiento económico, llevando la economía hacia niveles superiores de equilibrio en la producción (Mankiw et al., 1992); por otra parte, la educación tiene efectos sobre la capacidad de innovación de las personas, de manera que la creación de nuevos productos, técnicas y procedimientos más sofisticados promueven el crecimiento de los países en el largo plazo (Lucas, 1988; Romer, 1990); por último, la educación facilita la transmisión de conocimiento necesario para entender y procesar nueva información que permita la implementación de tecnologías desarrolladas por agentes externos (Barro, 2002).

A pesar de la literatura existente, la evidencia empírica del impacto de la educación sobre el crecimiento económico no ha sido del todo concluyente, lo anterior se debe principalmente a problemas con su medición (Barro, 2002; Hanushek & Woessmann, 2010; Krueger & Lindahl, 2001). La mayoría de los autores están de acuerdo con que el número de años de escolaridad no generan las mismas habilidades o capacidades en todos los países, puesto que esta variable desconoce las diferencias en los sistemas educativos y asume que todos los conocimientos y habilidades provienen de la educación formal, ignorando la fuerte y directa contribución que tiene la sociedad, el entorno demográfico y la familia, junto con el acceso a la salud y nutrición sobre las habilidades cognitivas de las personas. Por lo anterior, estudios recientes demuestran que ignorar la calidad de la educación distorsiona significativamente la relación existente entre la educación y el crecimiento económico (Hanushek & Woessmann, 2010).

Es por lo que diferentes agencias internacionales han desarrollado pruebas en donde se evalúa el desarrollo de habilidades y conocimientos de lectura, matemáticas y ciencias, con el fin de proveer un índice de referencia mundial que permita a los países establecer metas de mejora en sus sistemas educativos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE],

2021). Tomando en cuenta estas distintas medidas, Angrist et al. (2021) construyen una nueva medida de la calidad educativa y proveen una base comparable para 165 países entre los años 2000 y 2015. En esta base se incluyen los resultados de siete pruebas: tres internacionales, tres regionales y el *Early Grade Reading Assessment* que al combinarlas representan el 98% de la población mundial.

De este modo, el principal aporte de este trabajo de grado será la utilización de la base de datos de calidad educativa creada por Angrist et al. (2021) como proxy de educación, que permitirá proporcionar nueva evidencia empírica sobre la relación que existe entre la acumulación de capital humano y la complejidad económica de los países, ya que la literatura las ha relacionado utilizando los años de educación (Ferraz et al., 2018; Lapatinas, 2016). De manera que, la pregunta de investigación que se busca responder es *si la calidad de la educación es un determinante de la complejidad económica de los países*, por medio de la construcción de un modelo econométrico, con el fin de proporcionar evidencia empírica que podrá ser utilizada como insumo para la creación de políticas públicas.

Entre los resultados obtenidos es importante resaltar que el efecto de la educación sobre la complejidad económica de los países es diferente según su nivel de ingreso. En primer lugar, tanto la cantidad como la calidad educativa tiene el efecto esperado sobre la complejidad económica en aquellos países catalogados como de ingresos altos, mientras que los resultados para los países pertenecientes a los niveles socioeconómicos bajos no son concluyentes. Por un lado, cuando se mide la educación como cantidad se obtiene una relación positiva respecto a la complejidad, pero al medirla como calidad educativa se obtiene una relación negativa. Una hipótesis que quizás podría explicar estos resultados es el fenómeno conocido como “fuga de cerebros”. Esta manifestación ocurre cuando los trabajadores calificados perciben en su país bajas productividades y gobernanzas deficientes y por ende, deciden emigrar a países desarrollados, resultando en la pérdida de capacidades e ideas para el país de origen; a pesar de ser una suposición, es una hipótesis que debería ser tomada en cuenta para futuras investigaciones. Otra premisa que podría explicar los resultados ambiguos sería la existencia de problemas con la medición de los datos de calidad, puesto que la base de datos utilizada cuenta con un número reducido de periodos que no permite la construcción de rezagos superiores a los ocho años, lo cual impide analizar los efectos que los

cambios en la educación producen sobre la complejidad, ya que estos podrían demorar en ser tangibles con un rezago entre cinco y veinte años. Otra razón que puede explicar esta ambigüedad es la diferencia en la medición de las mismas competencias en las pruebas internacionales, que conllevan a resultados poco correlacionados entre estas.

La investigación continúa de la siguiente manera: la Sección II presenta el marco teórico y los antecedentes empíricos; la Sección III expone la metodología utilizada en la investigación; la Sección IV presenta los resultados obtenidos con los modelos planteados y finalmente, en la Sección V se concluye.

II. Marco teórico y antecedentes empíricos

Según el modelo de crecimiento de Solow (1956) existen tres factores fundamentales para el crecimiento de una economía: capital, trabajo y tecnología, en donde la combinación de capital y trabajo determinan la producción, mientras que la tecnología es la encargada de aumentar la productividad y la producción, manteniendo constantes los demás componentes. Por su parte, los modelos de crecimiento endógeno argumentan que el fortalecimiento del capital humano de una nación impulsa el crecimiento económico por medio del desarrollo de nuevas tecnologías y creación de procesos productivos más eficientes (Aghion et al., 1998; Romer, 1990), argumento respaldado por el modelo de crecimiento planteado por Mankiw et al. (1992) en donde los autores demuestran que incluir el capital humano al modelo de Solow mejora significativamente el ajuste del modelo a la realidad; además, concluyen que las diferencias en las tasas de ahorro, educación y crecimiento poblacional son las responsables de explicar las variaciones de ingresos per cápita entre países. Por lo anterior, el capital humano ha sido considerado como un componente fundamental del crecimiento económico de los países, debido a los impactos directos que tiene sobre la productividad de los trabajadores, la capacidad de innovación de la economía y la transmisión de conocimiento necesaria para la implementación de nuevas tecnologías (Hanushek & Woessmann, 2010; Pelinescu, 2015).

Por mucho tiempo los países se preocuparon principalmente por cuánto dinero lograban obtener de su producción más que por los bienes producidos; sin embargo, existe otra forma de ver el

desarrollo económico de un país. Hidalgo (2009), por ejemplo, afirma que la riqueza de las naciones está fuertemente relacionada con su estructura productiva, es decir, el conjunto de bienes y servicios que puede producir un país, de modo que lo que un país produce importa más que el valor que se puede extraer de los productos producidos¹. Esta idea se fundamenta en la sofisticación de los productos, debido a que no todos los productos son igualmente complejos y, en el largo plazo, la diferencia en la variedad y sofisticación de estos serán determinantes de las diferencias de ingresos entre países; al mismo tiempo, la estructura productiva de los países está determinada por la disponibilidad de insumos o capacidades, entendidas como elementos básicos para la producción.

Estas capacidades se encuentran distribuidas entre los países, quienes cuentan con una dotación inicial que se espera se transforme con el tiempo, permitiendo la creación de productos por medio de su combinación; pero, la sofisticación de los productos depende del número de capacidades requeridas para su producción, de manera que la complejidad de una economía está supeditada al conjunto de capacidades que tenga disponibles y logre desarrollar, de modo que una economía con más capacidades tendrá mayores niveles de diversificación que una con pocas capacidades, puesto que podrán hacer más combinaciones y por ende podrán producir productos que requieran las combinaciones de capacidades a su alcance. Hidalgo (2009) afirma que a pesar de que la diversificación está relacionada con el número de capacidades disponibles en una economía, esta relación es considerada imperfecta, debido a que los países que producen el mismo número de productos podrían requerir un número diferente de capacidades y, que la diversificación no sería un estimador preciso del número de capacidades disponibles en una economía, a menos que se corrija por una medida que tenga en cuenta el número de capacidades requeridas por un producto.

Para resolver este problema, Hidalgo (2009) introduce el uso de la ubicuidad, debido a que los productos que requieren menos capacidades podrán ser producidos por un mayor número de países, puesto que aquellos con mayor cantidad de capacidades tendrán las competencias necesarias para producir productos poco complejos y más ubicuos, pero los países con pocas

¹ La noción de que la estructura productiva es importante para el crecimiento de un país fue establecida mucho antes de Hidalgo & Hausmann (2009) por autores como Prebisch (2008) y Lewis (1960).

capacidades no tendrán herramientas suficientes para la producción de bienes complejos. Sin embargo, el uso de la ubicuidad por sí misma también es una medida imperfecta del número de capacidades disponibles en una economía y a su vez, debe ser corregida por el número de capacidades disponibles en los países que producen este producto, es decir, por el nivel de diversificación. Es por esta razón que tanto la diversificación de exportaciones como la ubicuidad, son el insumo para construir el índice de complejidad económica y es la idea detrás del Método de Reflexiones. Estas variables vienen dadas por la Ecuación 1 y Ecuación 2:

$$k_{c,n} = \frac{1}{k_{c,0}} \sum_{p=1}^{N_p} M_{cp} k_{p,n-1} \quad (1)$$

$$k_{p,n} = \frac{1}{k_p} \sum_{c=1}^{N_c} M_{cp} k_{c,n-1} \quad (2)$$

donde $k_{c,0} = k_c$ y k_c es la diversificación de un país c , $k_{p,0} = k_p$ y k_p es la ubicuidad de un producto p ; mientras que $M_{c,p}$ representa la versión ponderada de las conexiones en la red comercial².

El Método de Reflexiones consiste en calcular iterativamente el valor promedio del nivel del periodo anterior para las medidas de diversificación y ubicuidad, para cada $n \geq 1$, donde n es el número de iteraciones y las iteraciones continúan hasta que no se pueda extraer más información.

Como se ha presentado hasta este punto, para Hidalgo & Hausmann (2009), la cantidad de capacidades disponibles en un país son fundamentales para la sofisticación de un producto y de una economía; sin embargo, se ha hablado poco de las capacidades como tal. Hidalgo (2009) define las capacidades como aquellos insumos, tangibles o intangibles que pueden ser pensados como componentes básicos y necesarios para la producción. El interés de esta investigación se centra en el capital humano, uno de los componentes que se encuentra dentro de los insumos intangibles y que se considera como una de las capacidades más relevantes. Entendiendo el capital humano como las habilidades productivas intrínsecas de los seres humanos, las cuáles pueden incrementarse por medio de la inversión en educación, capacitación laboral y salud; su estudio ha demostrado ser una corriente beneficiosa por sus implicaciones para los individuos, las firmas y las naciones (Eide & Showalter, 2010; Pelinescu, 2015). Lo anterior debido a la generación de externalidades positivas sobre la producción de los países y para la sociedad en general, lo cual

justifica la participación activa del gobierno en la promoción de la educación de su población (Blundell et al., 1999; Eide & Showalter, 2010). Además, Gemmell (1997) afirma que los individuos educados dentro de una firma no solo mejorarán su productividad individual, sino que incrementará la productividad de aquellos trabajadores menos educados.

Por lo anterior, la teoría del capital humano le ha dado gran importancia a la llamada economía del conocimiento, debido a la fuerte conexión que se encuentra entre la educación, la capacitación y el crecimiento económico, de manera que la educación de los individuos se vuelve un tema crucial en los países, al convertirse en el propulsor del progreso económico, según Gillies (2017) entre mejor y más educados se encuentren los individuos, mejores serán su compensaciones económicas y mayor será el progreso de las economías.

No obstante, existen pocos estudios empíricos que corroboran la educación como determinante de la complejidad económica; por su parte, Yalta & Yalta (2021) realizan un análisis sobre los determinantes de la complejidad económica y las diferencias entre los países del este y el norte de África para el periodo comprendido entre 1970 y 2015. Los autores argumentan que el capital humano es un factor determinante de la complejidad económica en la medida en que incrementa el conocimiento, las capacidades y la productividad de los individuos; además, agregan que la educación es un proxy de la acumulación de capital humano ya que por medio de esta, la fuerza laboral adquiere las habilidades y el conocimiento requeridos para estimular la innovación en los países. Es importante resaltar que el modelo utiliza el promedio de años de escolaridad como medida para la educación, a pesar de afirmar que esta presenta problemas en la medición de la calidad de la educación y que una forma de corregir esta situación sería utilizando los puntajes de pruebas internacionales estandarizadas, puesto que capturan información respecto al rol de las habilidades cognitivas en los estudiantes. Finalmente, el estudio encuentra evidencia a favor del efecto positivo que presenta el capital humano sobre la complejidad económica, especialmente la educación primaria y secundaria, mientras que la educación terciaria pareciera no tener un efecto significativo sobre la variable dependiente. Además, hace especial énfasis en la importancia de proveer recursos para la educación con el fin de ayudar a los países productores de materias primas a producir productos más complejos y tecnológicos.

Por otro lado, Chávez et al. (2017) analiza la estructura económica de los Estados de México, identificando el número de actividades económicas en las que se especializa cada Estado, es decir su diversidad y, el número Estados que se especializan en cada actividad, es decir, su ubicuidad. Después utilizan el Método de Reflexiones de Hidalgo & Hausmann (2009) por medio del cual definen el conocimiento productivo como las capacidades, y encuentran que las regiones en que se desarrollaron actividades intensivas en valor agregado tuvieron mayores tasas de crecimiento, debido principalmente a que cuentan con conocimientos productivos para aprovechar las nuevas fuentes de crecimiento, demostrando que hay una relación positiva entre el nivel de complejidad de las actividades y el nivel de riqueza de cada Estado. Una diferencia importante entre el método de Hidalgo & Hausmann (2009) y Chávez et al. (2017) es que estos últimos calcularon la complejidad económica basados en el número de personas empleadas en cada actividad, por lo que los datos utilizados incluyen más actividades económicas, servicios y actividades no transables, que representan el conocimiento productivo que tiene una economía. Por último, un estudio reciente de Nguyen et al. (2020) investiga los impactos de las patentes y el desarrollo financiero sobre la complejidad económica en una muestra de 52 países, allí utilizan el Índice de Capital Humano recolectado por el Penn World Table como un proxy del capital humano; sin embargo, la utilizan únicamente como variable de control y no analizan los resultados de esta variable.

El objetivo de esta investigación es completar un vacío existente en la literatura y estudiar el efecto que tiene la educación sobre la complejidad económica de los países, medida tanto por medio de los años de escolaridad, como la calidad educativa; con el fin de definir si la educación es un determinante de la complejidad económica y señalar si la calidad tiene mayores efectos que la cantidad, para así proveer insumos a los creadores de políticas públicas.

III. Metodología

La educación ha sido una variable muy estudiada en términos de su impacto sobre el crecimiento económico. Sin embargo, a pesar de la existencia de abundante literatura, los resultados no han sido del todo concluyentes debido principalmente a problemas relacionados con

su medición (Barro, 2002; Hanushek & Woessmann, 2010; Krueger & Lindahl, 2001). Hanushek & Woessmann (2012) en su modelo de crecimiento económico identificaron que una de las principales razones por las que existe escepticismo alrededor de la relación causal entre la educación y el crecimiento se debe a problemas con la medición del capital humano. Empero, la mayoría de los estudios relacionados con el tema miden la educación por medio del número de años de escolaridad, atribuyendo la decisión a la escasez de datos de calidad, pese a que esta medida no tiene en cuenta las diferencias en los sistemas educativos y asume que todos los conocimientos y habilidades provienen de la educación formal, ignorando la importancia del entorno como la nutrición, la salud y la familia (Calero et al., 2019). Por lo anterior, la literatura demuestra que ignorar la calidad de la educación distorsiona significativamente la relación existente entre la educación y el crecimiento económico.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación utiliza los datos de Barro & Lee (2013) para medir la cantidad de educación en años de escolaridad y, como proxy de calidad educativa, se utiliza una nueva base de datos creada por Angrist et al. (2021) en donde se encuentran métricas de aprendizaje asociados al conocimiento y habilidades del capital humano para 165 países, por medio de los resultados de siete pruebas: tres internacionales, tres regionales y el *Early Grade Reading Assessment* que al combinarlas representan el 98% de la población mundial.

La educación, ya sea medida en términos de calidad o cantidad, tiene potenciales problemas de endogeneidad con la complejidad económica como variable dependiente, debido a la existencia de una relación de doble causalidad, en la medida en que la educación es considerada una capacidad, y ésta a su vez, un determinante del ECI y además, mayores niveles de complejidad incrementan la demanda de educación y habilidades específicas (Chávez et al., 2017; Ferraz et al., 2018). Por otro lado, Appiah & McMahon (2002) afirman que la educación puede tener un retardo de entre cinco y veinte años en tener efectos sobre el crecimiento económico, mientras que la OCDE (2017) encuentra que se pueden identificar los impactos de una reforma educativa en los resultados de aprendizaje a partir de los cinco años de su implementación. Lo anterior sugiere que la forma adecuada para solucionar los problemas de endogeneidad es el uso de rezagos en la educación.

Debido a que los datos anuales de calidad son desbalanceados, se creó un dato representativo

para los años 2003 y 2011, por medio de la homologación de los periodos cercanos al año que se busca representar; de este modo, los datos reportados para 2003 provienen de una regla de decisión que prioriza el año 2003 y en caso de no existir el dato, se utiliza el del año 2000, seguido del 2006 y 2007 (para los demás años no se registran datos); método simular se utiliza para los datos reportados en 2011, en donde se priorizan los datos del 2011 y en caso de no existir el dato, se utiliza el dato del año 2012, seguido de 2009 y 2015. Lo anterior tiene sentido económico debido a que, tal como afirma Hidalgo (2009), la complejidad económica cambia lentamente en el tiempo. En cuanto a la educación medida en años de escolaridad, la base de datos de Barro & Lee (2013) cuenta con información cada cinco años, por lo que también se creó un dato representativo utilizando el promedio de 2000-2005 para el dato de 2003 y el promedio de 2010-2015 para el dato de 2011 para los países que reportaron datos de educación secundaria.

Por otro lado, para el tratamiento de las variables de control calculamos el promedio de los cinco anteriores el dato del ECI debido a la posible presencia de endogeneidad, puesto que el nivel de complejidad de una economía está fuertemente relacionado con variables macroeconómicas como el nivel de gasto del gobierno, los flujos de inversión extranjera directa y el comercio, ya que la complejidad refleja el conocimiento productivo embebido en las estructuras productivas de los países (Chávez et al., 2017).

El procesamiento de los datos resultó en la construcción un panel compuesto por dos periodos en el cual la educación tiene un rezago de ocho años respecto a la complejidad económica, de modo que los datos de educación para 2003 y 2011 buscan estimar el ECI de los años 2011 y 2019 respectivamente. Luego de realizar la homologación, se obtiene una muestra compuesta por datos de 72 países; la reducción del número de países se debe principalmente a la exclusión de aquellos que únicamente reportaron información de educación primaria.

Con el propósito de examinar la influencia de la educación sobre la complejidad económica, se utiliza una estimación de panel con efectos fijos, utilizando el ECI como variable dependiente y la educación como variable explicativa de mayor interés; además, se controla por diferentes variables que según la teoría tendrían efectos sobre la complejidad económica:

$$ECI_{it} = \beta_0 + \beta_1 Edu_{it-8} + \beta_2 X_{it} + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

donde i y t representan el país i en el año t ; β_0 es la constante, Edu es la calidad educativa o los años de educación, X es un vector de variables de control, γ son los efectos fijos del país y ε corresponde al error estándar.

En términos de variables de control, la formación bruta de capital (% PIB) es un proxy de la inversión de capital (Cap), la cual se espera que tenga una relación positiva debido a que representa las capacidades tangibles descritas por Hidalgo (2009); el gasto final del gobierno (% PIB) captura los gastos del Gobierno (GovExp) y representa los cambios en infraestructura, se espera que tenga una relación positiva en la medida en que mejoras en este rubro traerán consigo mayores capacidades y posibilidades de producir bienes más complejos; las entradas netas de inversión extranjera directa (% PIB) se refiere a la IED (FDI) y el Trade (% PIB) es un proxy del comercio² (Trade), ambas variables fueron incluidas con el propósito de representar los posibles efectos indirectos y la transmisión de conocimiento y se espera que tengan una relación positiva; el total de patentes se refiere a la suma del número de patentes residentes y no residentes (PT) y está relacionada con el desarrollo de habilidades necesarias para incrementar la complejidad económica de un país, por lo que se espera una relación positiva. Los datos de las variables anteriormente mencionadas se obtienen de la base de datos de Indicadores de Desarrollo Mundial (WDI, por sus siglas en inglés).

En la Tabla 1 se presenta el resumen estadístico de las variables utilizadas para la estimación del modelo econométrico. En primer lugar, se observa que la muestra está compuesta por 144 observaciones, es decir 72 países, teniendo en cuenta que es un panel de dos periodos. En segundo lugar y para efectos de la investigación, se decidió dividir la muestra en dos grupos teniendo en cuenta países con nivel socioeconómico alto y bajo según la información reportada en la base de datos de Angrist et al. (2021), con el fin de determinar si existe un efecto diferente de la educación sobre la complejidad económica según el nivel de ingreso. Para la submuestra de países con

² Es la suma de las importaciones y exportaciones de bienes y servicios como proporción del PIB (Our World in Data, 2017).

ingresos altos se tienen datos de 42 países, es decir, 84 observaciones y, para los países de ingresos bajos se tiene 30 países, es decir, 60 observaciones.

Respecto al comportamiento de las variables de interés, cabe resaltar que el ECI es mayor en países de nivel socioeconómico alto que en aquellos de nivel socioeconómico bajo, comportamiento consistente con el promedio de calidad y los años de educación, sin embargo, para ambas medidas de educación, la desviación es más baja en los países de ingresos altos que en los de ingresos bajos, es decir, la muestra es menos dispersa en términos de educación, caso contrario a la formación bruta de capital como porcentaje del PIB (Cap), donde sorprendentemente los países con ingresos bajos tienen mayor formación bruta de capital que aquellos de ingresos altos, sin embargo, este comportamiento es impulsado por países como Irán, Argelia y Armenia, quienes se encuentran alejados de la media, presentando los mayores niveles de formación bruta de capital dentro de este grupo de países.

Tabla 1. Estadística descriptiva

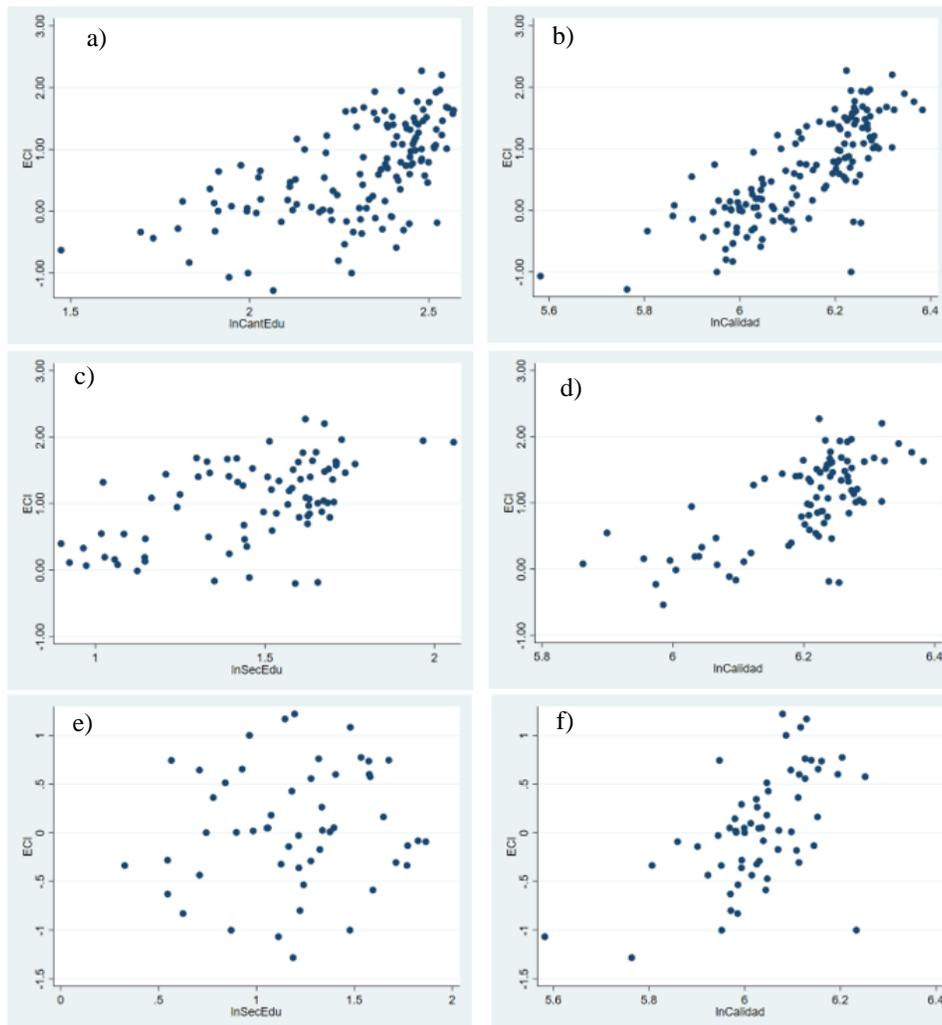
Variable / Muestra	Global			Países de ingresos altos			Países de ingresos bajos		
	Obs.	Prom.	Desv. Est.	Obs.	Prom.	Desv. Est.	Obs.	Prom.	Desv. Est.
ECI	144	0.6143	0.7854	84	1.0209	0.6531	60	0.0450	0.5746
Calidad	144	463.3608	59.7444	84	494.7851	48.4784	60	419.3668	44.3947
Cantidad	132	4.0949	1.2224	80	4.4561	1.0533	52	3.5392	1.2651
Cap	143	24.7148	5.2587	84	23.6983	4.3223	59	26.1621	6.1109
GovExp	143	17.0968	4.1903	84	18.6455	4.0106	59	14.8918	3.3987
Trade	143	94.8729	59.8916	84	104.3249	72.2696	59	81.4158	31.5313
lnPatentes	135	7.4944	2.1423	79	7.9560	2.1418	56	6.8433	1.9845
FDI	143	5.1257	5.9577	84	5.3882	7.0347	59	4.7521	3.9800

IV. Resultados

Como primera aproximación a la posible relación entre complejidad económica y educación, medida tanto en términos de calidad como cantidad, se graficaron las siguientes correlaciones con el fin de comprender el comportamiento de los datos. En la Figura 1 panel a) se muestran las correlaciones entre cantidad educativa y ECI, en el panel b) las correlaciones entre calidad educativa y ECI; en los paneles c) y d) la correlación de cantidad y calidad educativa para los países con nivel socioeconómico alto y, por último, en los paneles e) y f) se encuentran las correlaciones para países con nivel socioeconómico bajo.

En todos los paneles se logra apreciar una relación positiva entre los indicadores de educación y de complejidad económica. Es interesante resaltar que la correlación positiva más alta se encontró entre la calidad total y el ECI (0.76), seguido de calidad en países de nivel socioeconómico alto (0.67), mientras que la calidad en países de nivel socioeconómico bajo presentó una baja correlación (0.55). En cuanto a las correlaciones entre complejidad y años de educación también se aprecian correlaciones positivas, pero menores a las encontradas con la educación medida en términos de calidad; con los países de nivel socioeconómico alto se encontró una correlación entre cantidad y ECI del 0.54 y 0.11 para aquellos con nivel socioeconómico bajo; con la muestra total se obtuvo una correlación de 0.59.

Ilustración 1. Correlaciones



Ahora bien, para obtener evidencia más precisa sobre esta relación se realizaron seis estimaciones en las que se utilizó como base la Ecuación (3). En el Modelo 1 se utilizó la calidad educativa total como proxy de educación; en el Modelo 2 la cantidad educativa total; en el Modelo 3 se utilizó la calidad educativa para los países de nivel socioeconómico alto y en el Modelo 4 la cantidad educativa para este mismo grupo de países. Finalmente, en los Modelo 5 y 6 se utilizó la calidad y cantidad de educación, respectivamente, para países con nivel socioeconómico bajo.

La Tabla 2 presenta los resultados de las estimaciones para el Modelo 1 y en ella se observa que no existe una relación significativa entre la educación y la complejidad económica, lo cual está en contra de los resultados esperados; sin embargo, según Azariadis & Drazen (1990) el capital humano no tiene el mismo impacto sobre todas las economías y tal como afirma Monterubbianesi et al. (2021) esto se debe a que el capital humano podría mostrar rendimientos crecientes o decrecientes según el nivel de ingreso en el que se encuentre cada economía. Además, tampoco se logra identificar una relación significativa entre las variables de control y la complejidad económica.

Tabla 2. ECI vs Calidad total

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCalidad	-0.3574 (0.3794)	-0.5458 (0.3931)	-0.3631 (0.4500)	-0.3086 (0.4531)
lnTrade		0.1502 (0.1363)	0.1716 (0.1375)	0.2012 (0.1472)
GovExp		0.0025 (0.0126)	-0.0179 (0.0141)	-0.0216 (0.0145)
lnPT			0.1287 (0.0498)	0.1330 (0.0522)
Cap				0.0053 (0.0054)
FDI				-0.0061 (0.0054)
Constante	2.8055 (2.3261)	3.2577 (2.3098)	1.4741 (2.6094)	0.9393 (3.9329)
N. Obs	144	143	134	134
N. Grupos	72	72	72	72
R-sq Overall	0.5885	0.1973	0.0958	0.0788

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

El Modelo 2 se examina el efecto que tiene la educación medida como número de años de escolaridad, resultados consignados en la Tabla 3. Se puede observar que efectivamente existe una relación positiva y estadísticamente significativa para las variables de interés y que esta relación es robusta en la medida en que mantiene su significancia al agregar variables de control. El resultado obtenido es el esperado por la literatura puesto que, según el modelo planteado por Mankiw et al. (1992), el aumento de la tasa de personas matriculadas en secundaria tiene una fuerte relación con el crecimiento económico per cápita, relación que puede ser explicada por una estructura productiva más compleja, desencadenada por incrementos en la cobertura educativa. Sin embargo, es importante resaltar que el modelo a pesar de presentar alta significancia estadística para la educación tiene un R-cuadrado bajo respecto a las demás regresiones; lo que indica que este no estaría explicando en buena medida la variabilidad de los datos, debido a la fuerte restricción que se le da a la variable de capital humano al incluir únicamente educación secundaria, tal como afirman Mamuneas et al. (2001). Además, Klenow & Rodríguez-Clare (1997) en su investigación argumentan que el no tener en cuenta dentro del proxy de capital humano la educación primaria, éste sobreestima el efecto de la educación, ya que la tasa de personas matriculadas en educación primaria es menos variable y adicionarla al proxy reduce significativamente la variabilidad de los datos. De esta manera, se podría decir que, al no incluir los diferentes niveles de educación en el proxy, el capital humano explicaría una menor porción de la variación del crecimiento.

Respecto a las variables de control, es importante mencionar que el gasto del gobierno y las patentes presentan una relación estadísticamente significativa, negativa y positiva respectivamente. Por otro lado, aunque se esperaba que el gasto del gobierno mostrara una relación positiva debido a que representa cambios en la infraestructura de los países, en la investigación se utilizó el gasto general como porcentaje del PIB y no exclusivamente la inversión en educación por parte del Estado, de manera que es posible que el direccionamiento de los recursos hacia el sector educativo en los países de la muestra no es lo suficientemente representativo como para tener un mayor efecto sobre la complejidad. Por otra parte, la relación entre el número de patentes y la complejidad económica es la esperada, puesto que esta variable se encuentra relacionada con el desarrollo de habilidades y la creación de nueva tecnología que permita la producción de bienes mayormente complejos o menos comunes.

El resultado obtenido en este modelo podría sugerir que los datos de cantidad son una mejor aproximación de la educación que la calidad educativa; teniendo en cuenta que se ha cuestionado la eficiencia de pruebas como PISA (Zhao, 2020) y la correlación entre múltiples pruebas internacionales que miden las mismas competencias, debido a diferencias en su medición (Carroll & Benton, 2018; Jerrim & Shure, 2017). Sin embargo, dada la ambigüedad de los resultados, se decidió dividir la muestra entre países con nivel socioeconómico alto y bajo para determinar si existe un efecto diferente de la educación sobre la complejidad económica.

Tabla 3. ECI vs Cantidad total

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCantidad	0.4961*** (0.1457)	0.5107*** (0.1617)	0.5901*** (0.1476)	0.5977*** (0.1527)
lnTrade		-0.0298 (0.1287)	0.0190 (0.1201)	0.0593 (0.1308)
GovExp		-0.0180 (0.0129)	-0.0305** (0.0128)	-0.0329** (0.0132)
lnPT			0.1153*** (0.0433)	0.1084** (0.0460)
Cap				0.0043 (0.0051)
FDI				-0.0007 (0.0055)
Constante	-0.0242 (0.1985)	0.4026 (0.6210)	-0.5521 (0.6875)	-0.7486 (0.7338)
N. Obs	132	131	124	124
N. Grupos	66	66	66	66
R-sq Overall	0.2308	0.0751	0.1599	0.1441

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

En el Modelo 3 y 4, presentado en la Tabla 4 y 5 respectivamente, se analiza la relación entre la educación en los países de nivel socioeconómico alto con la complejidad económica, en donde se encuentra una relación positiva y significativa con un 95% de confianza al incluir todos los controles en ambos escenarios. La relación positiva entre ECI y Educación, se encuentra respaldada por autores como Pritchett (1999); Rojas et al. (2019) y Johnson & Durlauf (1995), debido a que estos encuentran que el crecimiento económico, que es lo que busca explicar el índice de complejidad económica en el largo plazo, está fuertemente relacionado con las externalidades

relativas al capital humano en torno a la adopción de nuevas tecnologías, siempre y cuando estas estén combinadas con altos niveles de capital físico que permitan el aprovechamiento de los incrementos del capital humano en la industria, lo cual puede conducir a un incremento de los bienes producidos y la complejidad de estos, debido a que pueden hacer uso de las tecnologías desarrolladas en otros países que permiten la producción de más variedad de productos. Sin embargo, al utilizar la cantidad como proxy de educación, se observa un R-Cuadrado bajo, resultado que es consecuente con la restricción que presenta en la variable de Capital Humano, medida como años de educación secundaria, explicada anteriormente. Al igual que en el Modelo 2, las patentes presentan una relación positiva y significativa con la complejidad económica, resultado esperado por la literatura puesto que según Nguyen et al. (2020) encuentra evidencia a favor sobre la relación positiva entre patentes y complejidad.

Tabla 4. ECI vs Calidad en países con nivel socioeconómico alto

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCalidad	0.8999** (0.4482)	1.3791*** (0.4773)	1.1605** (0.4840)	1.1240** (0.4872)
GovExp		-0.0094 (0.0148)	-0.0016 (0.0152)	-0.0005 (0.0158)
lnPT		0.0441 (0.0438)	0.0681 (0.0451)	0.0738 (0.0457)
lnTrade			0.2292 (0.1386)	0.0913 (0.1897)
Cap				0.0098 (0.0073)
FDI				0.0017 (0.0050)
Constante	-4.5580 (2.7785)	-7.6697** (2.9170)	-7.6741** (2.8453)	-7.6777** (2.92968)
N. Obs	84	79	79	79
N. Grupos	42	42	42	42
R-sq Overall	0.4606	0.3430	0.4139	0.3731

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tabla 5. ECI vs Cantidad educativa en países con nivel socioeconómico alto

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCantidad	0.4211** (0.1747)	0.4633*** (0.1713)	0.3974** (0.1796)	0.3714** (0.1837)
GovExp		-0.0212 (0.0149)	-0.0139 (0.0161)	-0.0108 (0.0167)
lnPT		0.0697 (0.0418)	0.0841** (0.0434)	0.0856** (0.0443)
lnTrade			0.1656 (0.1427)	0.0784 (0.1890)
Cap				-0.0077 (0.0074)
FDI				0.0033 (0.0049)
Constante	0.4205 (0.2561)	0.2327 (0.5218)	-0.6603 (0.9285)	-0.1416 (1.1992)
N. Obs	80	76	76	76
N. Grupos	40	40	40	40
R-sq Overall	0.2934	0.1492	0.2522	0.2117

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Finalmente, se realizaron las estimaciones para los países con nivel socioeconómico bajo, utilizando la calidad y cantidad educativa como proxy de educación, Modelo 5 y 6 respectivamente. En ambos escenarios se encuentra una relación significativa con un 90% de confianza con todos los controles, pero negativa cuando se utiliza la calidad y positiva con la cantidad educativa. Los resultados que se obtuvieron para la cantidad educativa son los esperados en la medida en que la literatura indica que un año de educación adicional será beneficioso para la estructura productiva y la creación de nuevos y más complejos productos; sin embargo, para la calidad educativa en los países de ingresos bajos se obtiene una relación negativa. Aunque los resultados son contraintuitivos, una hipótesis que podría ayudar a explicarlos sería por medio del fenómeno conocido como “fuga de cerebros”. Según Fan & Li (2019), la emigración de trabajadores altamente calificados beneficia a los países desarrollados o países destino y es perjudicial para los países en desarrollo o países origen. Además, De la Croix & Docquier, (2012) argumentan que, si los trabajadores calificados

perciben un país con bajas productividades y gobernanzas deficientes emigrarán a países desarrollados, resultando en un círculo vicioso de pobreza y pérdida de capital humano para el país de origen. Por lo anterior se podría plantear que, aunque en los países poco desarrollados un año más de educación traería consigo mejoras en la complejidad económica, cuando las personas alcanzan un nivel de educación superior con alta calidad y los países no logran mejorar sus niveles de capital físico y tecnológico, el capital humano altamente calificado emigrará a países desarrollados, lo cual implicaría reducciones en la complejidad económica debido a la pérdida de ideas y capacidades que habrían podido llevar la producción a niveles superiores de complejidad.

Es importante resaltar que la hipótesis anteriormente planteada es un supuesto que surgió con el desarrollo de la investigación pero no es un resultado de las estimaciones realizadas; sin embargo, es una conjetura que se debería tener presente para futuras investigaciones. Por otro lado, el resultado negativo de la estimación se podría argumentar debido a posibles problemas con la medición de los datos de calidad, puesto que la base de datos utilizada tiene únicamente información del 2000 al 2015 y es desbalanceada, por lo que el rezago máximo que se puede construir entre educación y complejidad es de ocho años, mientras que la literatura afirma que la educación tarda entre cinco y veinte años en mostrar resultados tangibles Appiah & McMahon (2002). Otra posible razón son los problemas de conceptualización e implementación encontrados en las pruebas PISA por autores tales como Zhao (2020) o las diferencias en la medición de una misma competencia por diferentes pruebas internacionales, que llevan a resultados poco correlacionados entre las mismas (Carroll & Benton, 2018; Jerrim & Shure, 2017). Al igual que en los modelos anteriores, las patentes y el gasto del gobierno son estadísticamente significativas por las razones expuestas en párrafos anteriores; en cuanto a la formación bruta de capital, se encontró una relación positiva y estadísticamente significativa para los Modelos 5 y 6, lo cual tiene sentido según la teoría descrita por Hidalgo & Hausmann (2009), ya que esta variable representa la inversión en activos tales como: carreteras, puentes, escuelas, adquisición de maquinaria, planta y equipo, entre otros; que simbolizan las capacidades tangibles sobre las cuáles se fundamenta la teoría de complejidad económica.

Tabla 6. ECI vs Calidad en países con nivel socioeconómico bajo

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCalidad	-1.1544** (0.5827)	-1.2146** (0.5459)	-1.0896** (0.5350)	-1.1737* (0.6140)
Cap		0.0141** (0.0067)	0.0204*** (0.0076)	0.0199** (0.0076)
GovExp		-0.0180 (0.0219)	-0.0168 (0.0213)	-0.0578** (0.0238)
FDI			-0.0153 (0.0094)	-0.0259** (0.0097)
lnTrade				0.3055 (0.2084)
lnPT				0.2946*** (0.1029)
Constante	7.0098** (3.5154)	7.2731** (3.2834)	6.4106** (3.2882)	4.2817 (3.5389)
N. Obs	60	59	59	55
N. Grupos	30	30	30	30
R-sq Overall	0.3127	0.3880	0.3148	0.0282

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tabla 7. ECI vs Cantidad en países con nivel socioeconómico bajo

	ECI	ECI	ECI	ECI
lnCantidad	0.5397** (0.2438)	0.5575** (0.2686)	0.4435 (0.2767)	0.5025* (0.2734)
Cap		0.0153* (0.0078)	0.0217** (0.0090)	0.0167* (0.0094)
GovExp		-0.0346 (0.0245)	-0.0272 (0.0247)	-0.0596** (0.0261)
FDI			-0.0230 (0.0170)	-0.0215 (0.0172)
lnTrade				0.0862 (0.2257)
lnPT				0.2370** (0.1108)
Constante	-0.5916** (0.2932)	-0.4972 (0.4330)	-0.5453 (0.4265)	-2.0293 (1.2269)
N. Obs	52	51	51	48
N. Grupos	26	26	26	26
R-sq Overall	0.0123	0.0210	0.0406	0.0670

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

V. Conclusiones

En el desarrollo de esta investigación se analizó el efecto de la educación, utilizando tanto la cantidad como la calidad educativa, diferenciada por el nivel socioeconómico de los países, a partir de un modelo que toma como referencia la teoría desarrollada por Hidalgo & Hausmann (2009) para datos de panel con efectos fijos. Los resultados obtenidos permitieron establecer una relación positiva y significativa entre el Índice de Complejidad Económica y la educación (cantidad y calidad) en los países de nivel socioeconómico alto, resultados respaldados por la literatura.

Por su parte, los resultados para los países de ingresos bajos no son concluyentes puesto que se encontró una relación negativa entre la complejidad económica y la calidad educativa, pero una relación positiva entre la complejidad y los años de educación. Por lo anterior, no se puede determinar el efecto que tiene la educación sobre la complejidad para este grupo de países debido a que diferentes proxys de educación conducen a resultados diferentes. Sin embargo, esto no significa necesariamente que los países de nivel socioeconómico bajo deban dejar de invertir en educación, ya que diferentes autores han cuestionado la eficiencia de las pruebas internacionales debido a las disparidades en criterios de evaluación para una misma competencia (Carroll & Benton, 2018; Jerrim & Shure, 2017), por lo que la base de Angrist et al. (2021) utilizada en esta investigación podría no ser el proxy adecuado para medir la calidad educativa. Además, este resultado puede ser explicado por el fenómeno de la “fuga de cerebros”. Si bien estas dos razones permiten explicar los resultados para los países de ingresos bajos, representan una hipótesis que debe ser verificada en futuras investigaciones, utilizando otras medidas de calidad o cuando la base de Angrist et al. (2021) tenga más observaciones y permita la construcción de rezagos más amplios.

VI. Referencias

- Aghion, P., Howitt, P., Howitt, P. W., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). *Endogenous growth theory*. MIT press.
- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M., & Hidalgo, C. A. (2017). *Improving the Economic Complexity Index*. 1–21.
- Angrist, N., Djankov, S., Goldberg, P. K., & Patrinos, H. A. (2021). Measuring human capital using global learning data. *Nature*, 592(7854), 403–408.
- Appiah, E. N., & McMahon, W. W. (2002). The Social Outcomes of Education and Feedbacks on Growth in Africa. *The Journal of Development Studies*, 38(4), 27–68.
- Azariadis, C., & Drazen, A. (1990). Threshold externalities in economic development. *The Quarterly Journal of Economics*, 105(2), 501–526.
- Barro, R. J. (2002). *Education as a Determinant of the Economic Growth*.
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*, 104, 184–198.
- Blundell, R., Dearden, L., Meghir, C., & Sianesi, B. (1999). Human Capital Investment: The Returns from Education and Training to the Individual, the Firm and the Economy. *Fiscal Studies*, 20(1), 1–23.
- Calero, J., Murillo Huertas, I. P., & Raymond Bara, J. L. (2019). Education, age and skills: An analysis using PIAAC data. *European Journal of Education*, 54(1), 72–92.
- Carroll, M., & Benton, T. (2018). The Link between Subject Choices and Achievement at GCSE and Performance in PISA 2015. *Cambridge Assessment*.
- Chávez, J. C., Mosqueda, M. T., & Gómez-Zaldívar, M. (2017). Economic complexity and regional growth performance: Evidence from the Mexican Economy. *Review of Regional*

Studies, 47(2), 201–219.

De la Croix, D., & Docquier, F. (2012). Do brain drain and poverty result from coordination failures? *Journal of Economic Growth*, 1–26.

Eide, E. R., & Showalter, M. H. (2010). Human Capital. *Economics of Education*.

Fan, Z., & Li, H. (2019). International migration, human capital composition and middle-income traps. *The Singapore Economic Review*, 64(4), 883–897.

Ferraz, D., Morales, H. F., Campoli, J. S., Ribeiro de Oliveira, F. C., & Aparecida do Nascimento Rebelatto, D. (2018). *Economic Complexity and Human Development : DEA performance measurement in Asia and Latin America*. 839–853.

Gemmell, N. (1997). *Externalities to higher education: a review of the new growth literature*. Report, 8, 5-9.

Gillies, D. (2017). Human capital theory in education. *Encyclopedia of Educational Philosophy and Theory*, 15(2), 1–15.

Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2010). Education and Economic Growth. In *Education and economic growth* (pp. 60–67).

Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2012). Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Growth*, 17(4), 267–321.

Hidalgo, C. A. (2009). The dynamics of economic complexity and the product space over a 42 year period. *CID Working Paper Series*.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570–10575.

Jerrim, J., & Shure, N. (2017). Achievement of 15-year-olds in England : PISA 2015 national report. *UCL Institute of Education*.

- Johnson, P. A., & Durlauf, S. N. (1995). Multiple regimes and cross-country growth behaviour. *Journal of Applied Econometrics*, 10(December 1994), 365–384.
- Klenow, P. J., & Rodríguez-Clare, A. (1997). The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has It Gone Too Far? *NBER Macroeconomics Annual*, 12, 62–103.
- Krueger, A. B., & Lindahl, M. (2001). Education for growth: Why and for whom? *Journal of Economic Literature*, 39(4), 1101–1136.
- Lapatinas, A. (2016). Economic complexity and human development: A note. *Economics Bulletin*, 36(3), 1441–1452.
- Lewis, W. A. (1960). Desarrollo económico con oferta limitada de mano de obra. *El Trimestre Económico*, 27(108(4)), 629–675.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42.
- Mamuneas, T., Savvides, A., & Stengos, T. (2001). Measures of human capital and nonlinearities in Economic Growth. *Journal of Economic Growth*.
- Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.
- Monterubbianesi, P. D., Rojas, M. L., & Dabús, C. D. (2021). Educación y salud: evidencia de efectos umbral en el crecimiento económico. In *Lecturas de Economía*.
- Nguyen, C. P., Schinckus, C., & Su, T. D. (2020). The drivers of economic complexity: International evidence from financial development and patents. *International Economics*, 164, 140–150.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2017). *Education 2030 - Curriculum analysis: Literature review on managing time lag and technology in education*.

1–45.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2021). *PISA*. <https://www.oecd.org/pisa/pisa-en-espanol.htm>

Our World in Data. (2017). *Trade openness*. <https://ourworldindata.org/grapher/trade-openness>

Pelinescu, E. (2015). The impact of human capital on economic growth. *Procedia Economics and Finance*, 22, 184–190.

Prebisch, R. (2008). Hacia una teoría de la transformación. *Revista de La CEPAL*.

Pritchett, L. (1999). Where Has All the Education Gone? *The World Bank Economic Review*, 15(3), 367–391.

Rojas, M. L., Monterubbianesi, P. D., & Dabús, C. D. (2019). No linealidades y efectos umbral en la relación capital humano - crecimiento económico. *Cuadernos de Economía*, 1853(97), 5739.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71–S102.

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.

Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2021). *Economic development*.

Yalta, A. Y., & Yalta, T. (2021). Determinants of Economic Complexity in MENA Countries. *JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy*, 6(1), 5–16.

Zhao, Y. (2020). Two decades of havoc: A synthesis of criticism against PISA. *Journal of Educational Change*.