

Caracterizando la función de producción del capital humano: una perspectiva dinámica

Javier Luque¹

Banco Interamericano de Desarrollo, oficina Honduras

Resumen

Este documento explora el proceso de generación de capital humano en una perspectiva dinámica. Para ello: a) caracteriza la evolución reciente del capital humano, usando como proxy del mismo los resultados panel de los países participantes en la prueba PISA; b) explora diferentes especificaciones de la función de producción del capital humano capaz de generar los patrones dinámicos observados; y c) muestra la capacidad de distintas especificaciones econométricas empleadas usualmente en la literatura para detectar correctamente la estructura de dicha función de producción. Las dinámicas observadas son distintas entre países, destacando la relativa estabilidad en los resultados de la mayoría de los países desarrollados, evolución consistente con ciertas propiedades específicas de la función de producción. Adicionalmente, el documento identifica los problemas en especificaciones econométricas empleadas usualmente en la literatura para estimar correctamente la importancia de los factores dinámicos en el proceso de generación del capital humano.

Palabras clave: brechas educativas, capital humano, función de producción de educación, inequidad, pruebas estandarizadas, transmisión intergeneracional de pobreza.

1. Correo electrónico: jluque@iadb.org. Artículo recibido el 8 de noviembre de 2012 y aprobado en su versión final el 17 de marzo de 2013.

Las opiniones vertidas en este artículo no reflejan necesariamente las del Banco Interamericano de Desarrollo o las de sus directores ejecutivos.

Assessing the Properties of the Human Capital Production Function: A Dynamic Approach

Abstract

This paper explores the generation process of human capital in a dynamic perspective. In order to do so: a) characterizes the recent evolution of human capital, using as proxy the same results panel of participating countries in PISA; b) explores different specifications of the production function of human capital capable of generating dynamic patterns observed; and c) shows the ability of different specifications econometric literature usually employed to correctly detect the structure of the production function. The observed dynamics are different between countries, highlighting the relative stability in the results of most developed countries, evolution consistent with certain specific properties of the production function. Additionally, the paper identifies the problems in econometric specifications usually employed in the literature to estimate correctly the importance of dynamic factors in the generation process of human capital.

Keywords: Education gaps, Education production functions, Human capital inequity, Persistence of poverty, Standardized tests.

Siglas usadas

Lierce	Laboratorio Latinoamericano de la Calidad de la Educación
NAEP	National Assessment of Educational Progress
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PIAC	Programa de Identificación de Aptitudes y Competencias
PISA	Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (del inglés: Programme for International Student Assessment)
Sacmeq	Southern and Eastern Africa Consortium for Monitoring Educational Quality
TIMSS	Trends in International Math and Science Study
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

Existe amplia evidencia sobre la importancia del capital humano: los individuos o las sociedades con mayor nivel de capital humano tienden a ser más productivas y registrar mayores tasas de crecimiento, lo que se transforma en mejores condiciones de vida. Dado este importante rol del capital humano, las sociedades modernas destinan una gran cantidad de recursos, pecuniarios y no pecuniarios, a la producción del mismo, tanto a nivel de familias y otras organizaciones e instituciones del sector privado, como del sector público. La literatura ha realizado esfuerzos para: a) develar la caja negra que representa la producción del capital humano; b) generar medidas objetivas del mismo; y c) cuantificar su importancia. La incapacidad de contar con medidas objetivas para el capital humano en el pasado ha limitado estos esfuerzos, realidad que está cambiando en base a los que se vienen realizando para su medición en las últimas décadas. Este artículo, partiendo de nuevas medidas objetivas del capital humano comparables en el tiempo para un grupo importante de países, realiza una descripción de los hechos estilizados con relación a la evolución de la media, así como a la persistencia de brechas y patrones de inequidad. Asimismo, explora las posibles características de la caja negra que representa la generación de capital humano, planteando diversas estructuras posibles de la función de producción del mismo para explicar los hechos estilizados. Adicionalmente, el artículo explora las implicancias de una correcta identificación del proceso intertemporal de acumulación del capital humano para, por un lado, estimar el rol de distintos factores involucrados en dicho proceso productivo, tanto en términos de impacto como de importancia relativa y para, así, por otro lado, mejorar las predicciones sobre la futura evolución del capital humano.

La búsqueda de los factores determinantes en la acumulación de capital humano ha estimulado la producción de un gran número de estudios en la literatura de campos variados, como economía, sociología y pedagogía, entre otras ramas afines, muchos de ellos concentrándose en la educación formal, es decir, en la adquisición de capital humano en escuelas y otras instituciones educativas. Esta estrategia se ha ampliado con una perspectiva de acumulación de capital humano a lo largo de la vida, proceso que empieza en la primera infancia e incluye los aprendizajes que se suman a lo largo de la vida. Con relación a la adquisición de capital humano en el sistema educativo formal, el reporte Coleman² presenta uno de los primeros esfuerzos para identificar el impacto de los distintos factores relacionados al proceso de acumulación de capital humano. Abundante literatura subsiguiente ha estimado las llamadas funciones de producción en educación con el fin de identificar los insumos claves en el proceso de acumulación de capital

2. Usualmente conocido como «Coleman Report» (Coleman *et al.* 1966), este documento fue consecuencia de la *Civil Rights Act* de 1964 de los Estados Unidos y sugiere que las escuelas tienen poca relación con el capital humano medido como logro cognitivo. Diversos estudios, por ejemplo, Hanushek y Kain (1972) han cuestionado tanto su metodología como la interpretación de resultados.

humano. Se ha producido un número importante de estudios, metaestudios y evaluaciones de impacto bajo el concepto de función de producción, con poco éxito en la identificación del rol de insumos como cantidad de alumnos por aula, infraestructura educativa y recursos informáticos empleados en la provisión del servicio educativo, insumos que podrían generar recomendaciones de políticas costo-efectivas para mejorar los resultados³, resultados que han tendido a ser interpretados en el sentido de que los recursos no importan en la educación. No obstante ello, la literatura también identifica la existencia de importantes diferencias en maestros y en escuelas, pero no vinculadas a factores observables por los econométricos (Hanushek y Rivkin 2010). Asimismo, diversos estudios han resaltado el rol de las condiciones socioeconómicas y, al mismo tiempo, han señalado la dificultad para aislar el impacto de los insumos seleccionados en el proceso educativo del capital humano en los hogares (Hanushek y Luque 2003). Las características de las familias y de los grupos tienden a explicar una importante proporción en la varianza de los resultados educativos, si bien la importancia de esta relación tiende a ser diferente entre países y de acuerdo a la modalidad de estimación (McDonald *et al.* 2010).

La medición del capital humano es una tarea compleja, ya que se deben incorporar los logros en el dominio de competencias de los individuos para desempeñarse en los diversos roles en la sociedad, competencias que incluyen tanto elementos cognitivos como socioemocionales, y también la capacidad para seguir aprendiendo (Aedo y Walker 2012). Los primeros estudios en formación de capital humano y la búsqueda de la relación del mismo con variables como el nivel de ingreso de las personas⁴ emplearon los años de educación como indicador de la acumulación de capital humano. Pero, a medida que se amplió la cobertura educativa a nivel mundial, disminuyó la capacidad de este proxy para explicar la importancia del capital humano en relación a variables como la tasa de crecimiento económico. La literatura migró hacia el empleo de medidas objetivas del logro de capital humano basadas en el logro cognitivo y/o el manejo de competencias. Estas mediciones se realizan usualmente mediante pruebas estandarizadas. Bajo esta línea, en la actualidad numerosos países implementan pruebas para estimar el dominio curricular y/o de competencias de sus alumnos y existe una variedad de pruebas estandarizadas aplicadas en varios países que permiten la comparación entre ellos y a través del tiempo⁵.

3. Para una ampliación de este tema a países en desarrollo, ver Hanushek (2006) y Glewwe *et al.* (2011).

4. Ver, por ejemplo, Mincer (1974).

5. Los mayores esfuerzos globales se concentran en la prueba PISA (organizada por la OECD) y en la prueba TIMSS (organizada por la International Association for the Educational Achievement). Si bien la prueba TIMSS evalúa el dominio curricular, la correlación de los resultados entre los países que participaron en TIMSS 2011 y en PISA 2009 es de 0,93. También existen pruebas regionales realizadas por la Unesco, como las pruebas del Laboratorio Latinoamericano (Llerce) y la prueba Sacmeq, aplicada por la Unesco en África.

La existencia de información para hacer comparaciones a través del tiempo y entre países permite la identificación de patrones en la evolución del capital humano, lo que ha posibilitado el surgimiento de un nuevo grupo de estudios que buscan establecer si los cambios registrados en ciertos insumos claves podrían explicar avances o retrocesos en los resultados de las medidas de capital humano de los países⁶. No obstante, estos estudios no han buscado explícitamente la identificación de características de la función de producción en el largo plazo, ni han explorado los patrones dinámicos en la generación del capital humano. Cabe anotar que las características dinámicas del proceso de acumulación del capital humano tienen alta importancia para campos como el análisis de la pobreza –en particular en cuanto a la transmisión intertemporal de la misma– y del crecimiento económico –en particular en lo referente a la acumulación de capital humano como factor clave en el proceso productivo–⁷. Estudios adicionales reflejan la importancia de incorporar otras variables en el capital humano, como las habilidades denominadas socioemocionales⁸.

Este documento presenta los principales hechos estilizados de la evolución de la distribución del capital humano medido según el logro de competencias reportado por la prueba internacional elaborada por el Programme for International Student Assessment (PISA) organizada por la Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)⁹. Si bien, esta medida del capital humano es limitada, la literatura ha encontrado una buena relación entre las mediciones de estos resultados como proxy de la acumulación de capital humano de países e individuos en cuanto a resultados favorables en términos de crecimiento económico y niveles de ingreso, respectivamente¹⁰. Una ventaja de emplear las pruebas PISA es la posibilidad de comparación en el tiempo y entre países. Las pruebas PISA permiten la identificación de cambios tanto en la distribución del capital humano, incluyendo desplazamientos de su distribución, aumento y/o reducción en las brechas de performance, como en la relación entre resultados educativos y condiciones socioeconómicas. Una variedad de estudios han explorado los resultados de las pruebas PISA y los ha correlacionado con ciertos insumos y características institucionales del proceso educativo. Y nuevos estudios han explorado los cambios en el valor de los parámetros claves de dichas estimaciones¹¹. Este docu-

6. Ver, por ejemplo, Aedo y Luque (2012).

7. La literatura sobre crecimiento económico ha generado diversos modelos de generación de capital humano, los cuales usualmente son incorporados a modelos mayores de equilibrio general. No obstante, el tema de la calidad del capital humano y de la generación de tal calidad normalmente no ha sido incluido en dicha literatura.

8. Ver Heckman *et al.* (2006) y World Bank (2011), para una aplicación para el Perú.

9. Prueba estandarizada basada en competencias, administrada por la OECD desde el año 2000 y aplicada en intervalos de tres años (OCDE s. f.).

10. Ver, por ejemplo, Hanushek y Woessman (2008).

11. Ver, por ejemplo, Aedo y Luque (2012).

mento explora una metodología complementaria: las características dinámicas de los resultados de las pruebas PISA y la capacidad de diversas especificaciones de la función de producción de capital humano para generar los patrones intertemporales observados en tales pruebas. En la especificación de las funciones de producción de capital humano exploradas se incluyen diversas variaciones: retornos a escala, tecnología, cambio tecnológico y cambio tecnológico sesgado hacia ciertos factores de la función de producción; es decir, conceptos frecuentemente encontrados en la teoría del crecimiento y, en particular, en los esquemas bajo los cuales se modela el proceso de acumulación del capital humano dentro de esta literatura¹². Las funciones de producción del capital humano empleadas incluyen una consideración especial para el efecto grupo (con distintos patrones de formación de grupos), mientras que las características analizadas partiendo del análisis de simulación incluyen tanto evolución de la mediana y persistencia de brechas de desempeño, como persistencia de inequidad. Adicionalmente, el documento analiza la capacidad de las técnicas econométricas para detectar correctamente la transmisión intergeneracional del capital humano en presencia de diversas posibles funciones de producción y procesos de formación de grupos.

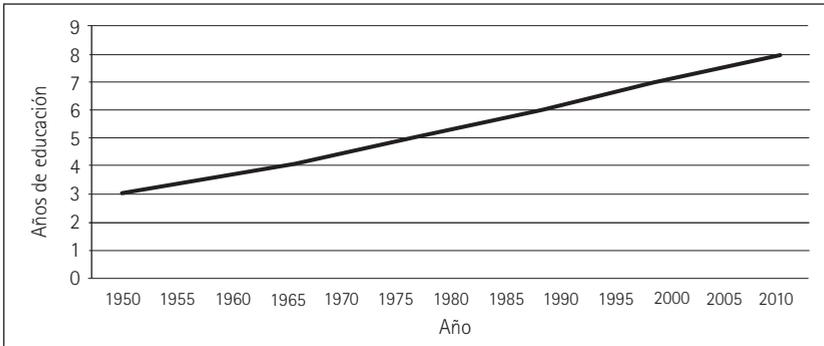
Los resultados brindan importante información para la comprensión adecuada de las características de la función de producción del capital humano, para lograr estimadores no sesgados de factores claves en el proceso productivo, así como para entender la evolución intertemporal de la misma. El documento está organizado en cuatro secciones, aparte de esta introducción: la primera analiza la evolución reciente del capital humano de acuerdo a las medidas disponibles y presenta los hechos estilizados en base a la información detallada proveniente de las pruebas PISA; la segunda explora las estructuras de función de producción en educación; la tercera evalúa las principales características generadas en la función de capital humano, incluyendo la identificación de las mismas mediante técnicas econométricas; y, finalmente, la cuarta parte presenta la discusión de los resultados y las consideraciones finales.

1. LA EVOLUCIÓN DEL CAPITAL HUMANO

Desde el siglo XIX, los economistas identificaron la importancia del capital humano para el crecimiento económico y el bienestar de los individuos, lo que se tradujo en un amplio soporte a las políticas educativas, tanto mediante la ampliación del acceso a procesos formales de acumulación de capital humano en el sistema educativo –generándose un aumento del nivel mundial de años de educación de tres a ocho en los últimos sesenta años (ver el gráfico 1)–, como por el apoyo a procesos no formales, paralelos al sistema educativo, como los procesos de entrenamiento para el trabajo.

12. Ver, por ejemplo, Acemoglu (1996).

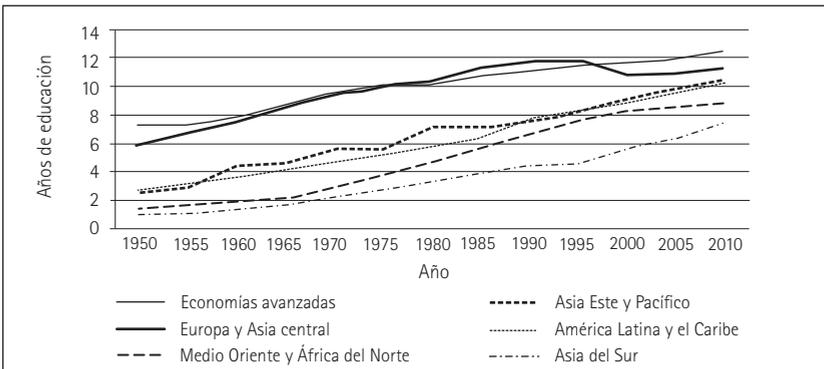
Gráfico 1
Evolución de los años de educación a nivel mundial, 1950-2010



Fuente: Barro y Lee (2010).

Sin embargo, la evolución de los años de educación promedio no permite observar las diferencias entre grupos de edades ni entre regiones del mundo. Por eso, el gráfico 2 presenta la evolución de los años de educación en diferentes regiones del mundo para jóvenes de veinte a veinticuatro años. Allí se observan tasas de crecimiento importantes en el África Subsahariana y América Latina y, al mismo tiempo, se registran relativos estancamientos en Europa y Asia Central, así como un escaso dinamismo en los países avanzados, en particular desde 1995. Estos dos grupos de países registran una relativa pérdida de dinamismo alrededor de los doce años de educación, lo que correspondería al hecho de que, en promedio, las nuevas generaciones están abandonando el sistema educativo al acabar sus estudios secundarios.

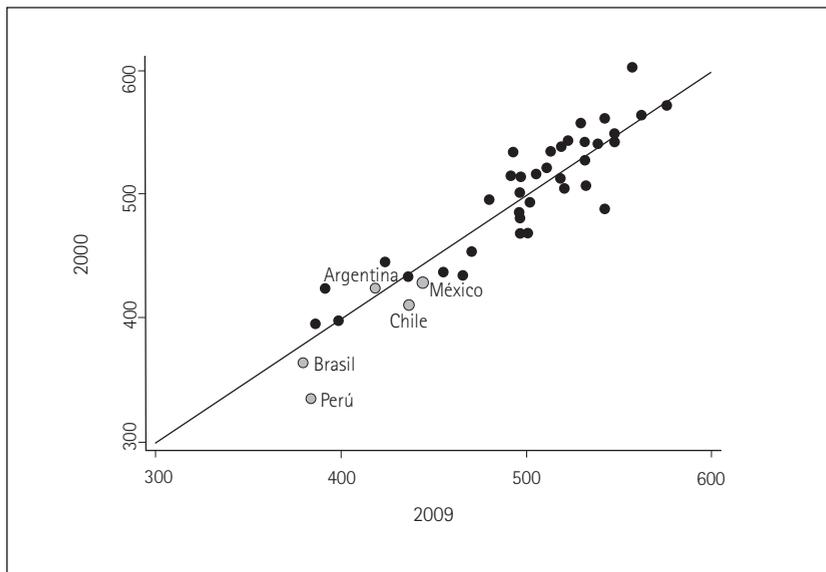
Gráfico 2
Evolución de los años de educación, nivel mundial por regiones, población de 20 a 24 años, 1950-2010



Fuente: Barro y Lee (2010).

El uso de los años de educación como proxy de acumulación de capital humano disminuyó a medida que las diferencias en los logros cognitivos por grado académico entre los diversos sistemas educativos y al interior de los mismos se volvieron evidentes. Frente a ello, los sistemas educativos desarrollaron medidas objetivas y estandarizadas del logro educativo en términos del currículo o de competencias por parte de los alumnos. A la par de este desarrollo, al interior de los sistemas educativos surgió la demanda por evaluaciones internacionales estandarizadas, las que cuentan con una participación creciente de países y/o sistemas educativos. Estas evaluaciones permiten comparaciones entre países y también a través del tiempo y diversos estudios han empezado a emplear sus resultados como proxies de la acumulación de capital humano. Una de las medidas internacionales más populares en términos de participación internacional es la prueba PISA. Como se observa en el gráfico 3, los resultados de esta prueba han permitido la identificación de importantes diferencias entre los logros educativos de los países y el registro de cambios en el nivel en algunos países a través del tiempo. No obstante ello, la mayoría de los países registran resultados relativamente estables, dado que los puntajes, a pesar del tiempo transcurrido, son similares entre las pruebas PISA aplicadas en 2000 y en 2009.

Gráfico 3
Puntajes resultantes de las pruebas PISA por países, 2000 y 2009



Nota

Resultados de la prueba PISA de matemáticas pertenecientes al grado con mayor matrícula por país.
Fuente: OECD (2004, 2010).

Cabe anotar que la relativa estabilidad en los resultados en los países desarrollados se da a pesar de las grandes cantidades de recursos que se destinan a la educación en muchos de ellos y/o de los cambios tecnológicos introducidos durante la última década en la provisión de servicios educativos, *i.e.*, elementos de ayuda a la enseñanza y acceso a computadores e internet, entre otros. Cabe anotar que otras medidas estandarizadas de logros educativos a través del tiempo muestran resultados similares tanto en las medidas internacionales¹³ como en las nacionales¹⁴.

La información detallada proveniente de las pruebas estandarizadas permite no solo evaluar la evolución de los promedios, sino las características de la distribución del logro cognitivo. Por ejemplo, el gráfico 4 (en su recuadro superior) presenta la distribución del logro en Corea del Sur entre 2000 y 2009. Este gráfico permite apreciar que la distribución de los resultados entre ambos años se ha mantenido estable no solo en la media, sino a lo largo de toda la distribución, implicando un sistema educativo que no ha podido mejorar el logro educativo promedio ni reducir la brecha constante entre los individuos con alto y bajo desempeño. En el caso de Perú, el gráfico 3 mostraba un incremento en los resultados en la prueba PISA y el gráfico 4 (en su recuadro medio) muestra una disminución en la probabilidad de obtener valores bajos y un desplazamiento de la mediana, reduciendo la brecha entre los individuos con alto y bajo desempeño. No obstante ello, la distribución de capital humano en Perú mantiene una importante brecha con respecto a la de Corea del Sur (gráfico 4, recuadro inferior).

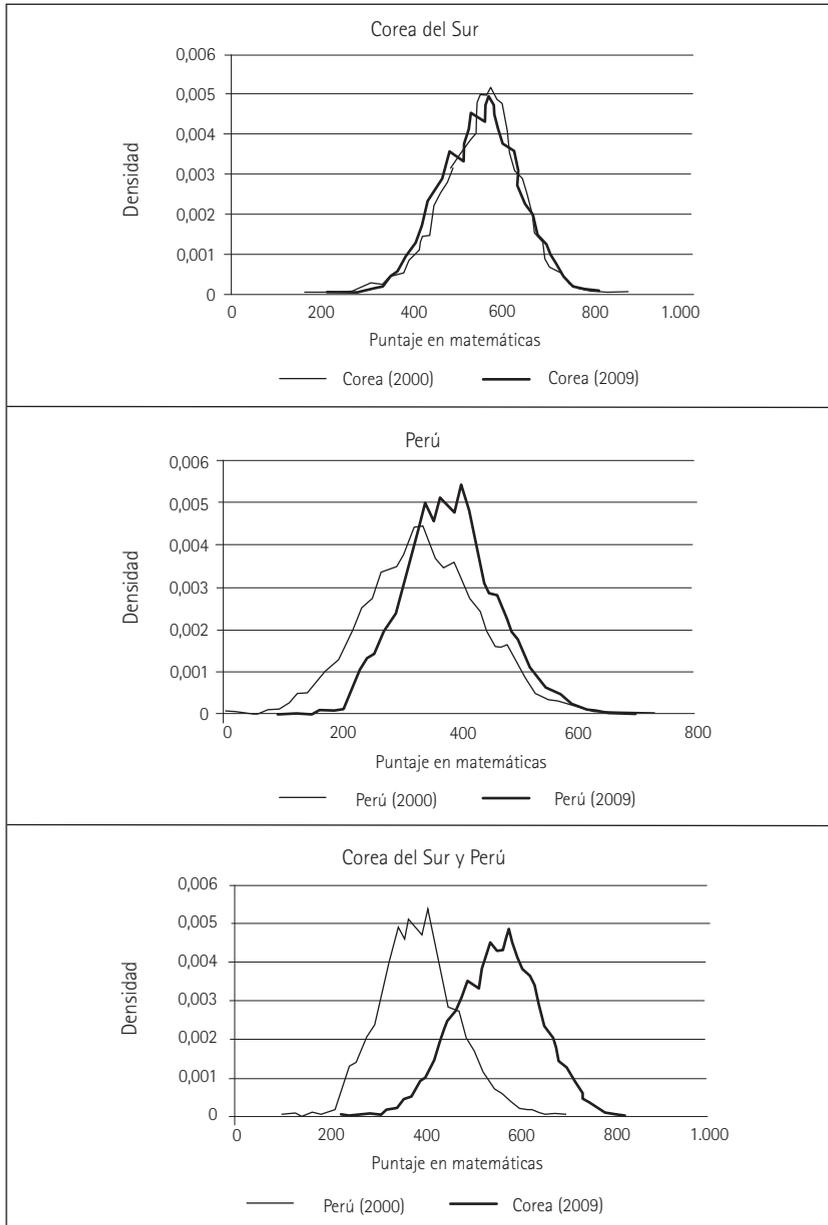
La existencia de información detallada nos permite incluir otros momentos, en adición a la media, de la data de resultados en el análisis. Así, el gráfico 5 expande los principales resultados presentados en el gráfico 4 para la totalidad de países que participaron en PISA 2000 y en PISA 2009. Tales resultados muestran una estabilidad en la brecha entre los estudiantes que tienen alto logro (percentil 75) y los que tienen bajo logro (percentil 25). En muchos países no se registraron cambios en los resultados de los individuos ubicados en el percentil 25 ni en los que se encuentran en el percentil 75, mientras que en la mayoría de los que registraron cambios, las magnitudes de los mismos fueron similares, manteniéndose las brechas¹⁵. En algunos países –como Argentina, Brasil, Latvia y Perú– se observan patrones de convergencia con mayores ganancias en el percentil 25 que en el percentil 75. Pero, hay casos en los que la convergencia se logra gracias a una disminución en el resultado correspondiente al percentil 75, como sucede en Brasil.

13. Ver, por ejemplo, las comparaciones en los resultados TIMSS entre 1995 y 2007; también King y Luque (2012).

14. Esto se aprecia en la evolución de las pruebas NAEP en los Estados Unidos de América, cuyos resultados son relativamente invariables en un contexto de gastos en educación que han crecido en cien por ciento entre 1970 y 2004; ver Lips *et al.* (2008).

15. Cambios con relación a la mediana del año 2000.

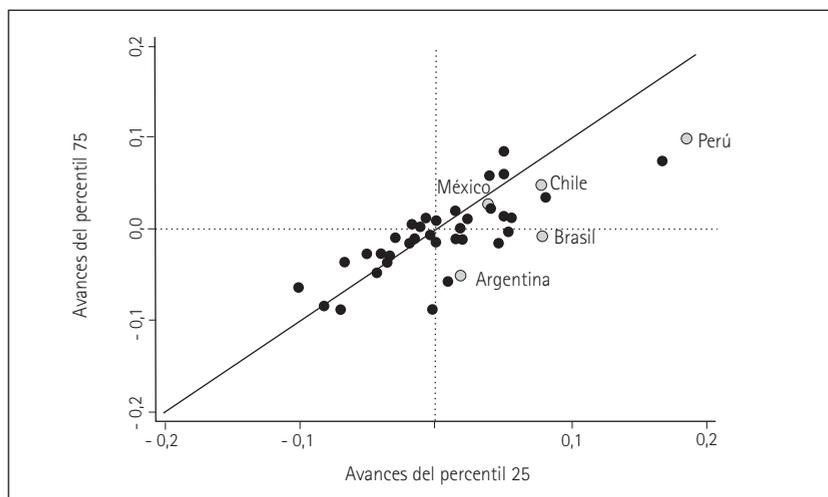
Gráfico 4
Evolución de la evaluación PISA, Corea del Sur y Perú, 2000 y 2009



Nota

Resultados de la prueba PISA de matemáticas, correspondientes al grado con mayor matrícula por país en 2000.
 Fuente: OECD (2004, 2010).

Gráfico 5
Convergencia intrapaís en logro cognitivo PISA, 2000 y 2009



Nota

Resultados de las pruebas PISA de matemática, correspondientes al grado con mayor matrícula por país en 2000.

Fuente: OECD (2004, 2010).

La literatura ha relacionado las brechas en los logros educativos con las brechas en las condiciones socioeconómicas de los estudiantes. Estas condiciones socioeconómicas afectarían tanto la capacidad de los hogares de destinar recursos al proceso educativo (para comprar mejor calidad educativa y diferir el ingreso al mercado laboral), como el estímulo que reciben los estudiantes en el hogar¹⁶. La data de las pruebas PISA ratifica que los estudiantes del decil superior en términos de las condiciones socioeconómicas de sus hogares tienden a ubicarse en los deciles superiores de performance en las pruebas PISA. El gráfico 6 presenta el decil esperado en el resultado de las pruebas PISA para los alumnos que pertenecían al decil superior en condiciones socioeconómicas. Adicionalmente, presenta la persistencia de estos patrones de inequidad al comparar los datos de 2003¹⁷ y 2009. Por ejemplo en Finlandia, en el año 2003, los estudiantes provenientes del decil con

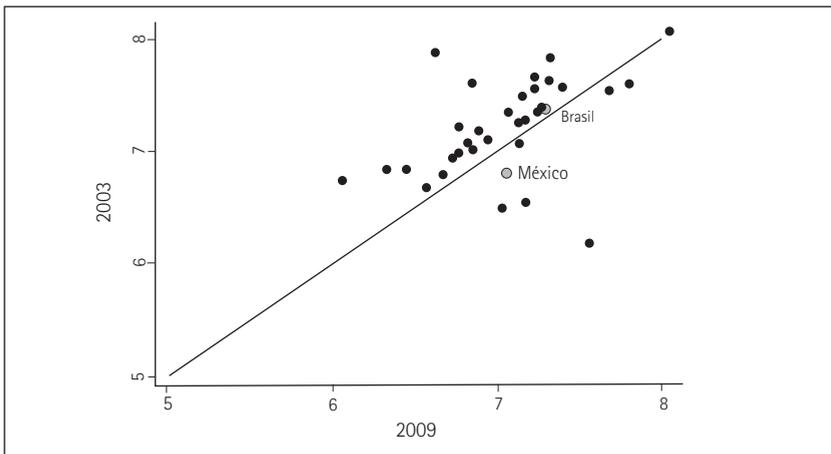
16. El hogar es una de las principales fuentes donde se adquiere el capital humano desde muy temprana edad, en particular las habilidades socioemocionales. Diversos estudios han identificado el impacto del rol del hogar en la provisión de un ambiente seguro para el desarrollo inicial de los niños (con efectos importantes en el mediano plazo) y en la estimulación del cerebro mediante el uso de un mejor vocabulario, entre otros factores (ver Tough [2012] para un resumen de la evidencia actual sobre la importancia del hogar en la primera infancia).

17. Se empleó información del 2003, y no del 2000, por una mayor semejanza en la información utilizada en el contexto de PISA para construir los índices de condiciones socioeconómicas con la información del año 2009.

mayor nivel socioeconómico (decil 10) están cerca al decil 7 en el resultado de las pruebas PISA en promedio, mientras que en 2009 estuvieron cerca al decil 6 en este resultado, también en promedio. En la mayoría de los países se observó una evolución similar a la de Finlandia (ubicándose sobre la diagonal).

Gráfico 6

Performance esperada en los estudiantes del decil socioeconómico superior, 2003 y 2009



Nota

Resultados de la prueba PISA en matemáticas correspondientes al grado con mayor matrícula por país en 2000.

Fuente: OECD (2004, 2010).

El análisis econométrico de la relación entre nivel socioeconómico y resultados en la prueba muestra una relación positiva entre ambas variables.

$$y_t^i = constante + \alpha * nivel_t^i + error_t^i \quad (1),$$

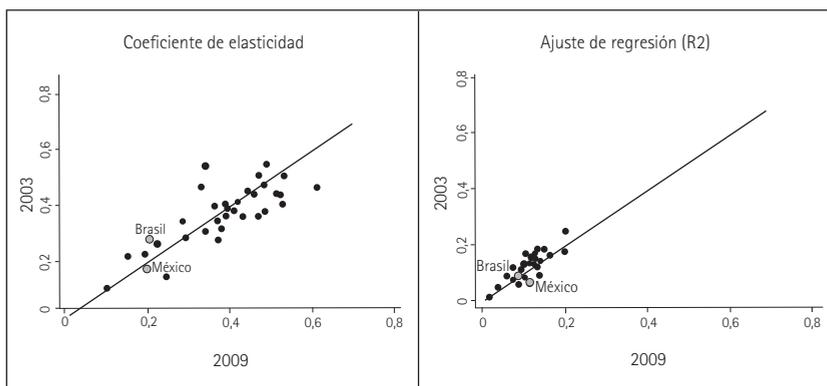
donde y_t^i representa el logro educativo del estudiante perteneciente a la familia i en el periodo t . La variable $nivel_t^i$ representa el nivel socioeconómico de la familia i en el periodo t . La constante representaría cierto nivel innato de capital humano del cual se dispone, mientras que $error_t^i$ puede ser conceptualizado como la desviación de este nivel innato respecto al valor promedio de la sociedad. El gráfico 7 presenta la estimación de estos resultados para cada país que participó en PISA en 2003 y 2009. La regresión se estimó en logaritmos, de forma que el coeficiente β pueda ser interpretado como elasticidad¹⁸. Así,

18. Se estandarizaron los niveles socioeconómicos en las pruebas de 2003 y 2009, y se les colocó una media en el valor 500 para que pudiesen ser transformados a logaritmos, y por ende, para que los resultados pudiesen ser expresados como elasticidad. La literatura no tiende a hacer esta transformación.

observamos que un aumento en el nivel socioeconómico de cien por ciento podría aumentar el puntaje en PISA en 20% en México y en 60% en Nueva Zelanda (ver el gráfico 7). La capacidad de los factores socioeconómicos para explicar la varianza en los resultados también es heterogénea, con valores cercanos a cero y hasta a 20% (porque el nivel socioeconómico no tiene capacidad predictiva sobre los resultados educativos). La comparación entre los valores de 2003 y 2009 muestra valores de la elasticidad y del ajuste de la regresión que se han mantenido relativamente constantes entre 2003 y 2009, a pesar del debilitamiento observado en la relación entre resultado y nivel socioeconómico alto presentada en el gráfico 6. En un sistema educativo que logre brindar oportunidades similares a sus alumnos y en el cual estas sean independientes de las condiciones de los padres y compensen cualquier diferencia experimentada entre hogares, tanto la elasticidad como el ajuste de regresión deben tender a cero.

Gráfico 7

Logro cognitivo y nivel socioeconómico, modelos sin efecto escuela, 2003 y 2009⁽¹⁾⁽²⁾



Notas

⁽¹⁾ Modelo estimado con mínimos cuadrados ordinarios.

⁽²⁾ Resultados de la prueba PISA de matemáticas correspondientes al grado con mayor matrícula por país.

Fuente: OECD (2004, 2010).

Dado que los ámbitos de interacción de los individuos tienen capacidad limitada, en particular las escuelas y salones de clase, los individuos tienen a agruparse. Este comportamiento es usualmente definido en la literatura económica como formación de clubes, lo que ocurre bajo distintos patrones, que pueden ser culturales, por nivel de riqueza, etc. La literatura económica ha identificado ciertos patrones de ordenamiento con potencial para afectar la estimación de los parámetros de las funciones de producción¹⁹.

19. Ver Rivkin et al. (2005), para un análisis de los retos econométricos por la presencia de efectos fijos.

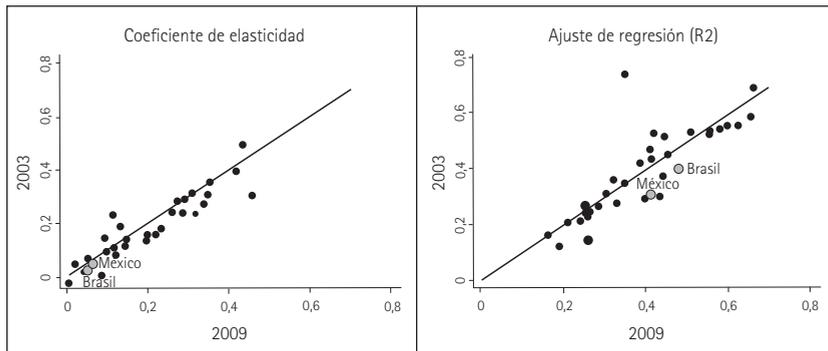
Para controlar por la posible presencia de dichos patrones o efectos fijos, complementamos la estimación de la ecuación (I) con:

$$y_t^{i,j} = \text{constante} + \alpha * nivel_t^i + grupo_t^j + error_t^{i,j} \quad (II),$$

donde se modela explícitamente que el individuo i pertenece a un grupo j y que la pertenencia a este grupo j tiene un impacto en los logros educativos, denominado $grupo_t^j$. El gráfico 8 presenta la elasticidad entre condiciones socioeconómicas y resultados en las pruebas estandarizadas, controlando por efectos fijos a nivel escuela. Aquí se observan valores ligeramente inferiores a los del caso sin efecto escuela, con una concentración de la elasticidad entre 0 y 0,2. Adicionalmente, se observa que el ajuste de las regresiones es superior al caso sin efectos fijos, reflejando en parte la inclusión del efecto escuela. Nuevamente, los resultados entre 2003 y 2009 son similares.

Gráfico 8

Logro cognitivo y nivel socioeconómico: modelos con efecto escuela, 2003 y 2009⁽¹⁾⁽²⁾



Notas

⁽¹⁾ Modelos estimados con mínimos cuadrados ordinarios con efectos fijos a nivel de escuela.

⁽²⁾ Resultados de la prueba PISA de matemáticas correspondientes al grado con mayor matrícula por país. Fuente: OECD (2004, 2010).

Los resultados presentados muestran una relativa falta de dinamismo en la evolución del capital humano, tanto en los años de educación como en las medidas de pruebas estandarizadas en los países desarrollados, en un contexto en el cual gran parte de dichos países destina ingentes, y crecientes, cantidades de recursos a la educación y donde, además, se han realizado importantes aportes a la educación desde el progreso tecnológico. La pregunta es: ¿habrán llegado estos países al límite superior en la capacidad de acumulación de capital humano? ¿cuáles son las implicancias para los países en desarrollo? En la siguiente sección exploramos cómo la existencia de este posible límite en la acumula-

ción de capital humano es consistente con supuestos tradicionales de la función de producción.

2. ANÁLISIS DEL PROCESO DE ACUMULACIÓN DE CAPITAL HUMANO

Las gráficas 3 a 8 muestran características seleccionadas de la evolución del capital humano: la relativa falta de variación en la distribución del logro en PISA tanto en medias y brechas por performance como en la relación entre logros educativos y nivel socioeconómico. Estos resultados señalan una relativa estabilidad, con una ligera disminución en la ventaja de los individuos pertenecientes al decil superior de ingreso. En esta sección exploramos las características de la función de producción del capital humano, *i. e.*, de la interacción entre los factores destinados directa o indirectamente a la generación de capital humano que podrían originar patrones dinámicos.

La literatura económica asume que, en la producción de capital humano, intervienen las familias, los grupos en los que los individuos participan y los recursos destinados por el sistema educativo (maestros, escuelas, materiales, etc.). Estos factores interactúan de acuerdo a ciertas restricciones físicas y bajo reglas establecidas por esquemas institucionales. Para estimar la evolución del capital humano y su posible distribución, asumimos que el resultado educativo de un individuo que pertenece a una familia o clan i en el periodo t , Y_t^i , corresponde a la siguiente combinación de factores (insumos): a) el capital humano acumulado por la familia, Y_{t-1}^i ; b) el grupo social j al cual pertenece el individuo i en el periodo t ; y $P_t^{j,icj}$; y c) los factores de tecnología educacional en el sistema educativo (libros, escuelas, pupitres, maestros, etc.). Como se describió anteriormente, el impacto de los dos primeros efectos está bien documentado en la literatura, mientras que el de los elementos correspondientes al tercero ha sido difícil de establecer, no obstante, estas son las usuales variables de intervención de las políticas educativas.

Las condiciones socioeconómicas de la familia afectan el logro educativo de forma directa, dado que familias con mayor educación transferirán directamente más habilidades cognitivas y socioemocionales a sus hijos y lo harán también indirectamente a través de la adquisición de mejores insumos para el proceso educativo, tangibles –como matricularlos en escuelas con mejor infraestructura– e intangibles –como la interacción con individuos de niveles socioeconómicos similares–. Los grupos con los que los estudiantes interactúan también tienen una función importante en la creación del capital humano, con el potencial de reemplazar o potenciar el capital humano del hogar. Diversos autores han buscado considerar explícitamente los efectos grupo al estimar el impacto de los diversos factores en el proceso educativo. Una adecuada cuantificación de estos efectos es necesaria para precisar el impacto de otros insumos o para tratar de

cuantificarlos explícitamente. Podemos asumir que los efectos de grupo tienen un origen bajo:

$$P_t^{j,i\in l} = PEER(Y_t^a, \dots, Y_t^i, \dots, Y_t^m) \quad (III),$$

en donde la función PEER podría tener una forma lineal, como:

$$P_t^{j,i\in l} = \sum_{j,i\in l} \frac{Y_{j,t}}{N} \quad (IV)$$

Las reglas de formación de grupos dependerán de las normas bajo las cuales la sociedad o el sistema educativo se rigen. Por ejemplo: existen sistemas educativos que realizan un ordenamiento de los niños en base a sus habilidades en un momento temprano del proceso escolar²⁰; en otros, los niños pueden asistir a las escuelas en los distritos escolares donde residen o a escuelas privadas que sus padres pueden pagar –i. e., la escuela a la que asisten es determinada por el nivel socioeconómico de los padres–; también hay sistemas en los cuales se puede asistir por características exógenas determinadas con mucha anticipación, por ejemplo, escuelas a las cuales solo se puede asistir por pertenecer a cierto grupo o clan, el cual pudo haberse determinado con mucha anticipación; y también hay sistemas educativos donde simplemente no hay ordenamiento.

Con relación a los insumos adicionales a la familia y el grupo, diversos estudios han tratado de estimar su impacto. Entre los insumos investigados en la literatura, encontramos el impacto de la cantidad de alumnos por aula, el nivel de salario de los maestros, su nivel de instrucción, las capacitaciones que reciben, la presencia de libros de texto o computadores, etc. Como se mencionó anteriormente, Hanushek (2006) identificó que muy pocos estudios encuentran impactos significativos de insumos tradicionales en el sistema educativo. Diversas investigaciones han confirmado este hallazgo de Hanushek, tanto para contextos de países en desarrollo como de países desarrollados. Adicionalmente, el impacto de los insumos no parece estar relacionado con su relativa escasez o abundancia (Hanushek y Luque 2003).

Finalmente, es importante señalar el rol potencial de la habilidad innata del estudiante. Esta habilidad estaría genéticamente determinada y la podemos expresar según la ecuación:

$$A_t^i \sim F(\mu_A, \sigma_A) \quad (V),$$

donde F es la forma funcional del proceso generador de habilidades, μ_A representa cierto valor medio de la distribución y σ_A , la distribución estándar.

20. El uso de becas basadas en el mérito generaría un resultado similar.

En base a las especificaciones anteriores, se construyen los tres modelos siguientes.

- **Modelo base: economía sin procesos de aprendizaje.** El capital humano Y_t^i de cada familia o clan i de la generación t proviene de una función generadora de habilidades innatas:

$$Y_t^i = A_t^i \quad (\text{VI}),$$

donde A_t^i es la realización de la habilidad innata del individuo del clan i en el periodo t . De esta forma, el capital humano será solo un reflejo de estas habilidades. Todos los individuos tendrán un nivel de capital humano esperado equivalente a μ_A , independiente del posible capital humano registrado en generaciones previas.

- **Modelo con transmisión básica de capital humano.** Bajo este modelo, el capital humano de los padres, Y_{t-1}^i , interactúa con las habilidades innatas de los hijos, A_t^i , para producir el capital humano de estos, Y_t^i , bajo ciertas restricciones tecnológicas. Modelamos estas restricciones de producción bajo la estructura Cobb-Douglas, popular tanto en microeconomía como en la literatura de crecimiento. Así, este proceso de interacción podría responder a la siguiente estructura de función de producción:

$$Y_t^i = ((Y_{t-1}^i)^\alpha (A_t^i)^\beta)^\theta \quad (\text{VII}),$$

donde diferentes valores de α , β y θ tendrán importantes implicaciones sobre el proceso de transmisión de capital humano. En particular, el parámetro θ identificará si la producción de capital humano tiene retornos constantes, crecientes o decrecientes a escala²¹.

- **Modelos con familias, grupos y tecnología.** El progreso tecnológico y la naturaleza social del hombre han generado procesos de acumulación de capital más ricos que los presentados en la ecuación (VII). Así, modificamos el modelo para incluir explícitamente el rol de la tecnología como elemento que afecta el proceso de acumulación de capital y su efecto en los grupos.

$$Y_t^i = TEC * ((Y_{t-1}^i)^\alpha (A_t^i)^\beta (P_t^{j,i\epsilon J})^\gamma)^\theta \quad (\text{VIII})$$

21. Cabe anotar que una transformación directa de la ecuación (VII) es que el capital humano del periodo t corresponde a la interacción de los choques de habilidad de la familia o clan i entre el periodo 0 y el periodo t .

Cabe anotar que podemos modificar esta ecuación (VIII) para incorporar tecnología que varía en el tiempo de acuerdo a una constante g :

$$Y_t^i = TEC_t * ((Y_{t-1}^i)^\alpha (A_t^i)^\beta (P_t^{j,ieJ})^\gamma)^\theta \quad (IX)$$

$$TEC_t = (1 + g) * TEC_{t-1} \quad (X)$$

Adicionalmente, se puede modificar la ecuación (IX) para permitir un progreso tecnológico en educación sesgado hacia ciertos insumos en dicho proceso, por ejemplo, para potenciar el efecto grupo (símil del progreso tecnológico sesgado de la literatura de crecimiento):

$$Y_t^i = ((Y_{t-1}^i)^\alpha (A_t^i)^\beta (TEC_t * (P_t^{j,ieJ}))^\gamma)^\theta \quad (IX)$$

Para analizar las potenciales características cuantitativas de las diversas posibles estructuras de función de producción presentadas, realizamos un análisis de simulación. Los parámetros para la realización de la simulación son consistentes con un desplazamiento de 100 puntos del resultado promedio luego de diez periodos, dada una distribución de resultados inicial con media 500 y desviación estándar 100 (similares a las observadas en las pruebas PISA).

Resultados de las simulaciones

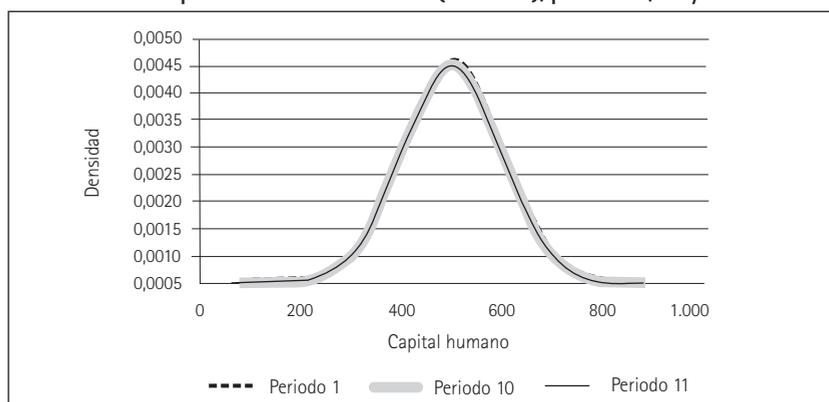
Con base en los parámetros del cuadro 1, se procede a estimar la función de producción definida en la ecuación (IX) (modelos 1 al 11 y modelo 13) y en la ecuación (XI) (modelos 12 y 14). A continuación reportaremos los cambios en la distribución de capital humano que estos modelos pueden generar a través del tiempo, en particular, entre el periodo inicial 1 y el periodo 10, lo que nos brinda información sobre la capacidad de la función de producción de generar desplazamientos en el capital humano, y entre el periodo 10 y 11, donde se estudian cambios más finos, los que corresponderían a sistemas educativos con mayor madurez.

Modelo base. Bajo los supuestos del modelo base, la única fuente para la generación de capital humano es la función generadora de habilidades. Así, en cualquier periodo, la distribución de capital humano corresponderá a la distribución de la función generadora de habilidades, la que es invariable en el tiempo. El gráfico 9 presenta la distribución de capital humano bajo esta especificación para los periodos 1, 10 y 11. En todos estos la función de distribución tiene las mismas propiedades en términos de media y distribución estándar.

Cuadro 1
Supuestos de modelos

N°	Modelo Descripción	Parámetros función de producción					Función de habilidad		
		α	β	γ	θ	TEC_0	g	μ_A	σ_A
1	Economía sin proceso de aprendizaje	0	1	0	1	1	0	500	100
2	Transmisión básica de capital humano	0,5	0,5	0	1	1	0	500	100
3	Poca dispersión en habilidades	0,5	0,5	0	1	1	0	500	50
4	Alta dispersión en habilidades	0,5	0,5	0	1	1	0	500	200
5	Incorporación del efecto grupo	0,33	0,33	0,33	1	1	0	500	100
6	Con tecnología	0,33	0,33	0,33	1	1,07	0	500	100
7	Con efectos a escala	0,33	0,33	0,33	1,01	1	0	500	100
8	Con progreso tecnológico	0,33	0,33	0,33	1	1,008	2	500	100
9	Con tecnología, efectos a escala y progreso tecnológico	0,33	0,33	0,33	1,005	1,004	2	500	100
10	Poco impacto de habilidad innata	0,4	0,2	0,4	1,005	1,004	2	500	100
11	Alto impacto de habilidad innata	0,1	0,8	0,1	1,005	1,004	2	500	100
12	Con efectos a escala y tecnología diferenciada	0,33	0,33	0,33	1,45	1,301 0,05 0,05	0	500	100
13	Con efectos a escala, tecnología y alto crecimiento tecnológico	0,33	0,33	0,33	1,37	0,1738 0,729	5	500	100
14	Con efectos a escala, tecnología diferenciada y alto crecimiento tecnológico	0,33	0,33	0,33	1,4	0,0729 0,0729	5	500	100

Gráfico 9
Distribución del capital humano: modelo base (modelo 1), periodos 1, 10 y 11



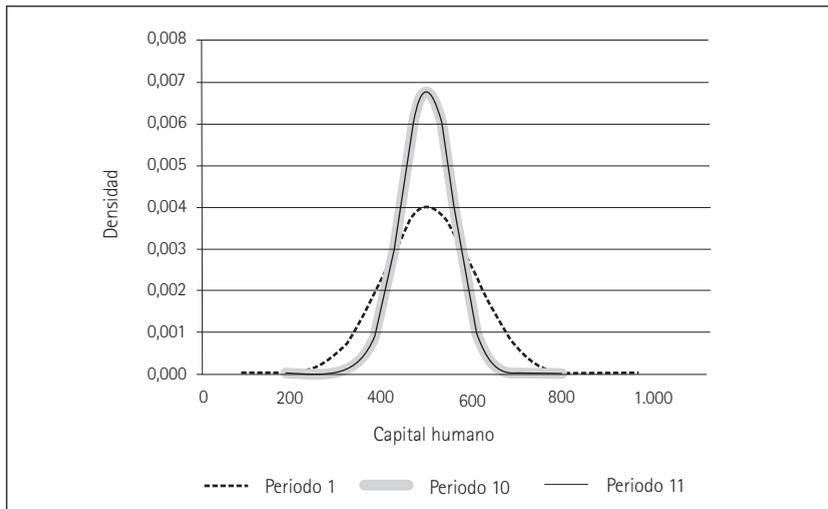
Nota

Resultados de simulación; parámetros del modelo 1 del cuadro 1.

Modelo con transmisión básica de capital humano. En esta especificación, el capital humano se genera en la interacción otorgada a cada individuo por la función generadora de habilidades en el periodo t y el capital humano durante el periodo $t - 1$ de la familia o clan. Este modelo correspondería a civilizaciones primitivas, donde solo se realizaba un intercambio de conocimientos al interior de la familia o clan, sin mayores progresos tecnológicos para lograr un proceso más eficiente, ni acceso a otras fuentes de capital humano. El gráfico 10 presenta los resultados de simulación bajo estas especificaciones, en el periodo 1 (distribución base), 10 y 11. La comparación entre el periodo 1 y el 10 muestra un movimiento de la mediana hacia la derecha y una disminución en la varianza. Es decir, la transmisión básica de capital humano tiene como resultado una distribución más homogénea de este, pero con un costo en la reducción de la media de la distribución (inferior a la generada por la función generadora de habilidades). La comparación entre el periodo 10 y 11 no registra cambios en sus propiedades, indicando que la distribución de capital humano se encontraría en un estado invariable.

Gráfico 10

Distribución del capital humano: modelo con transmisión básica (modelo 2), periodos 1, 10 y 11



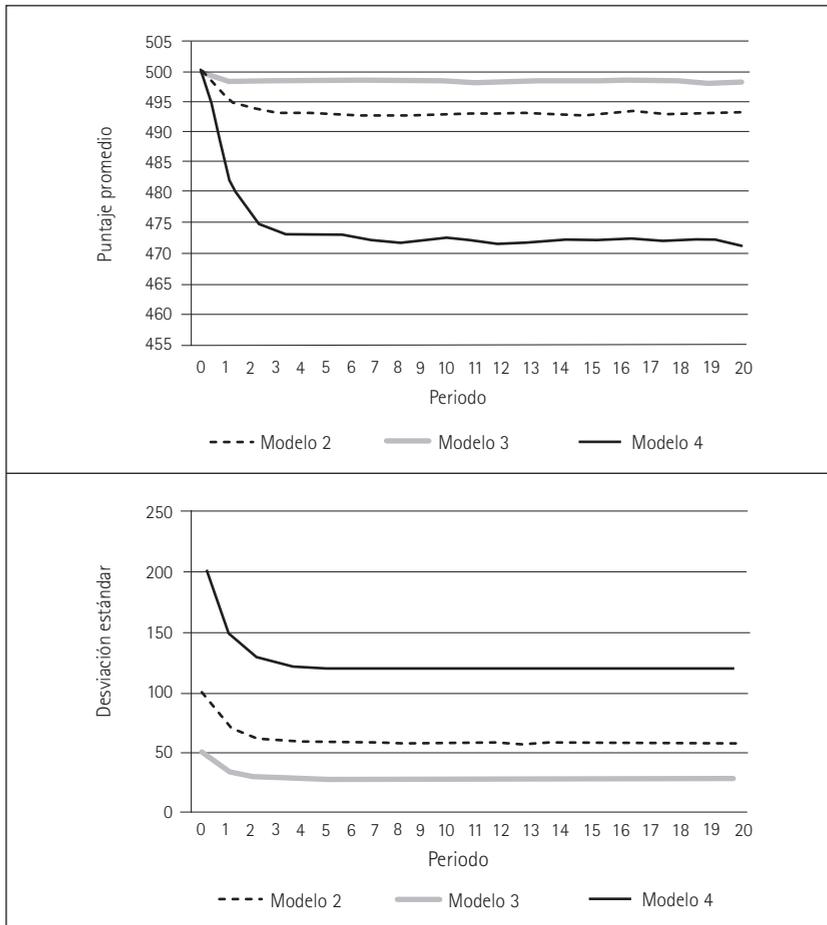
Nota

Resultados de simulación; parámetros del modelo 2 del cuadro 1.

La relación entre varianza de la función generadora de habilidades y la distribución de capital humano bajo el modelo de transmisión básica de capital humano es presentada en el gráfico 10. Distintas especificaciones de la función generadora de habilidades tienen distintos impactos en la distribución estacionaria de largo plazo. Así, si se da un aumento

en la desviación estándar de 100 a 200, el costo en términos de disminución de la mediana pasaría de aproximadamente 8 a cerca de 30 puntos; por otro lado, la disminución de la desviación estándar en la función generadora de habilidades de 100 a 50 genera solo una reducción en la mediana del capital humano de aproximadamente 2 puntos (ver el gráfico 11). En ambos casos, este esquema de interacción de capital humano permite una disminución en la desviación estándar de largo plazo.

Gráfico 11
Evolución del capital humano: modelo con transmisión básica (modelos 2, 3 y 4),
distintos escenarios de desviación estándar en la función generadora de habilidades

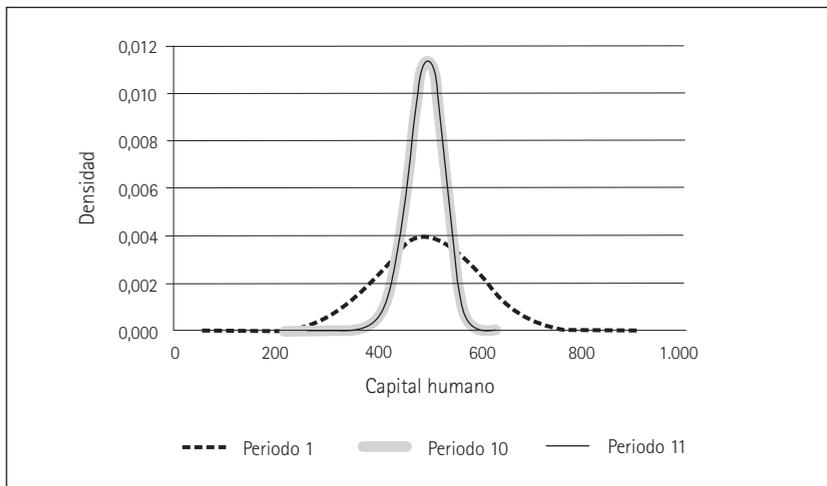


Nota
 Resultados de simulación; parámetros de los modelos 2, 3, y 4 presentados en el cuadro 1.

Modelo con efectos grupo en la formación de capital humano. Bajo esta especificación, la generación de capital humano depende del existente en la familia del niño y en el grupo en el que se desenvuelve y de la distribución generadora de habilidades. Bajo los supuestos del cuadro 1, modelo 3, el gráfico 12 presenta la distribución de capital humano en los periodos 1, 10 y 11. Los resultados muestran una disminución de la mediana, acompañada de una disminución de la varianza. No obstante, la presencia de agrupamientos tendría un rol adicional en la disminución de la varianza. La distribución es estable entre el periodo 10 y 11, indicando una distribución estable.

Gráfico 12

Distribución del capital humano: modelo con efecto grupo (modelo 5), periodos 1, 10 y 11



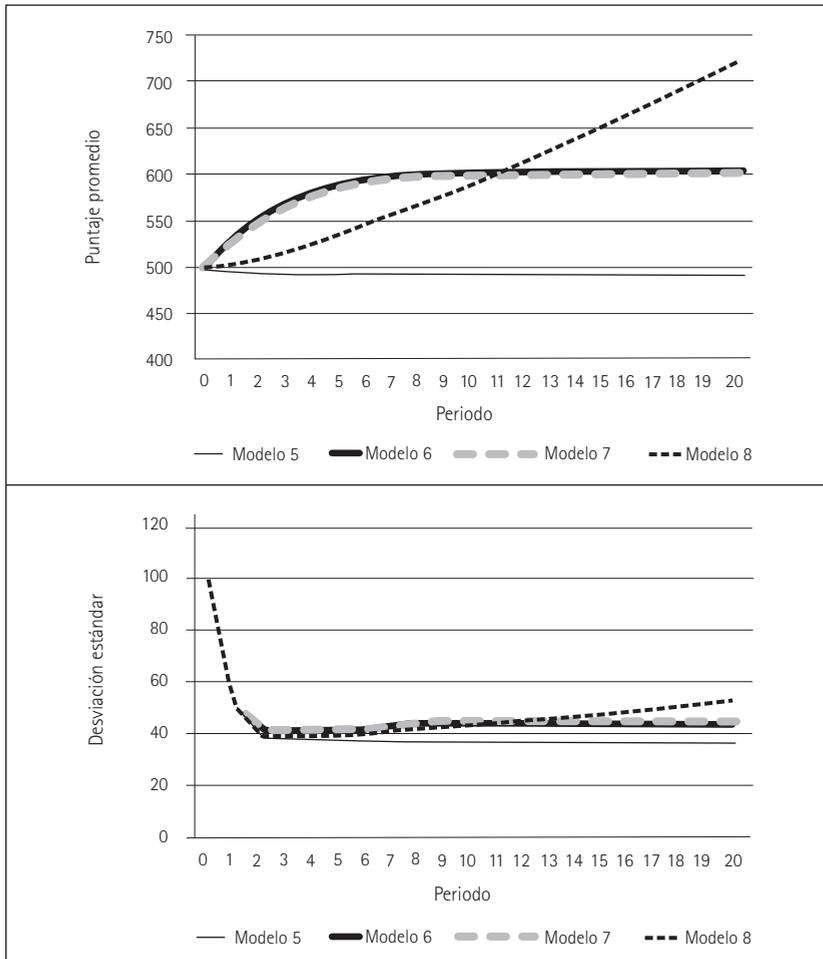
Nota

Resultados de simulación: parámetros del modelo 5 del cuadro 1.

El escenario base con efectos grupo (modelo 5 en el cuadro 1) es modificado: a) para incluir un efecto a escala de los insumos en el proceso educativo (modelo 6 en el cuadro 1); b) permitiendo un factor tecnológico mayor a 1 (modelo 7 en el cuadro 1); y c) un modelo que permite un factor tecnológico mayor a 1 y el crecimiento de este factor tecnológico (modelo 8 en el cuadro 1). El gráfico 13 presenta los resultados en términos del promedio y de la desviación estándar de la distribución intertemporal del capital humano generada por estos modelos. Los modelos 6 y 7 producen una variación importante con relación al modelo base: permiten un desplazamiento positivo de la distribución de capital humano, distribución que eventualmente llega a su estado invariable. Por otro lado, el modelo 8 genera un crecimiento continuo.

Gráfico 13

Evolución del capital humano: modelo con efecto grupo (modelos 5, 6, 7, y 8), distintos escenarios de parámetros



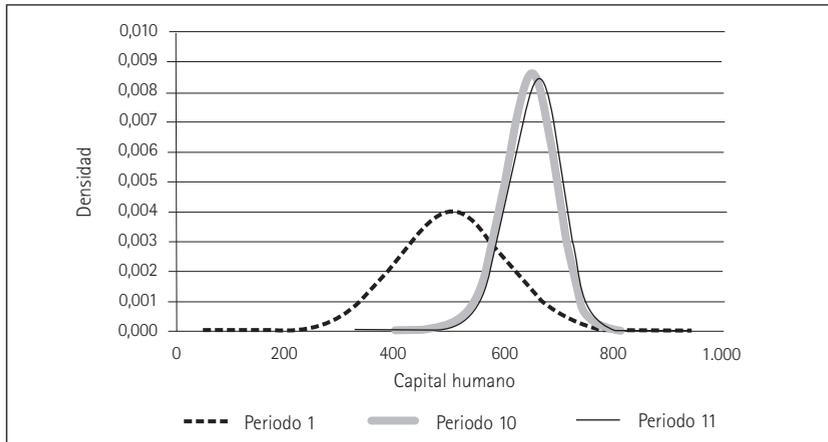
Nota

Resultados de simulación; parámetros de los modelos 5, 6, 7, y 8 del cuadro 1.

El gráfico 14 presenta una nueva variación del modelo base con efectos grupo, pero en este caso permitiendo simultáneamente retornos crecientes a escala y factores tecnológicos superiores a 1 que pueden crecer en el tiempo (modelo 9 en el cuadro 1). El gráfico muestra un desplazamiento de la distribución hacia la derecha (aumento de la media) y una disminución de la varianza entre los periodos 1 y 10. El desplazamiento de la distribución continúa entre los periodos 10 y 11, a la vez que la disminución de la desviación estándar.

Gráfico 14

Distribución del capital humano: modelo con efecto grupo y con tecnología, efectos a escala y progreso tecnológico (modelo 9), periodos 1, 10 y 11

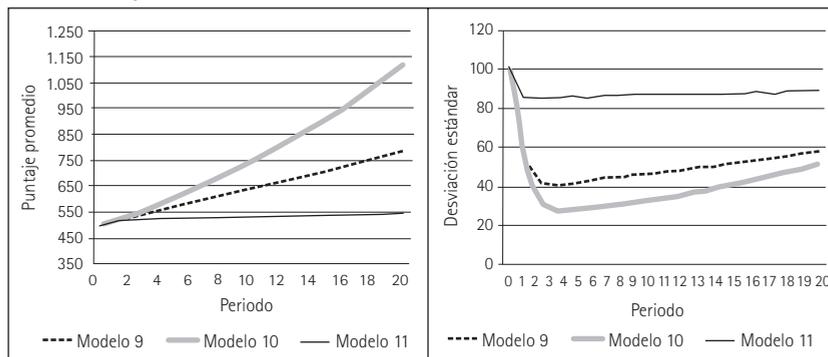
**Nota**

Resultados de simulación; parámetros del modelo 9 del cuadro 1.

El modelo 9 es modificado para analizar el impacto relativo del coeficiente del factor individual en la función de producción. En el modelo base, el factor individual tiene un coeficiente de 0,33. En el modelo 10, el factor individual es 0,2, mientras que en el modelo 11, el factor individual es 0,8. Como se puede apreciar en el gráfico 15, una mayor importancia del factor estudiante redonda en un crecimiento menor de la mediana de la distribución de capital humano. No obstante ello, la desviación estándar es menor.

Gráfico 15

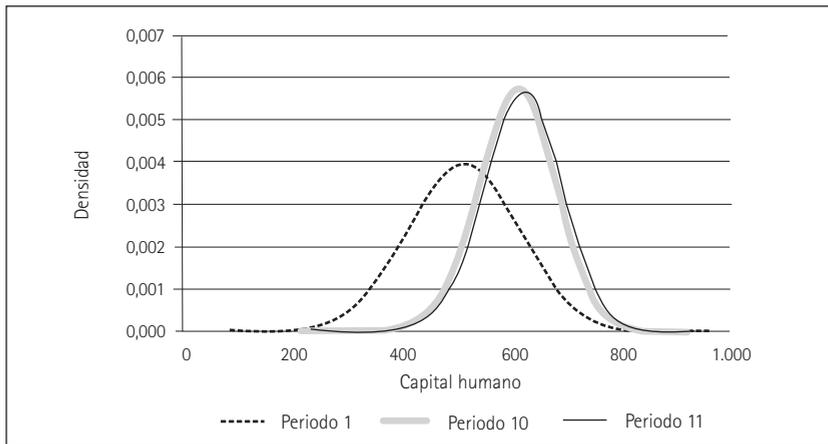
Evolución del capital humano: modelo con efecto grupo (modelos 9, 10 y 11), distintos escenarios de parámetros

**Nota**

Resultados de simulación; parámetros de los modelos 9, 10 y 11 del cuadro 1.

El gráfico 16 presenta variaciones al modelo 9, permitiendo coeficientes tecnológicos distintos para los diferentes factores. Los resultados, en términos de la distribución de capital humano, son similares a los registrados en el modelo 9.

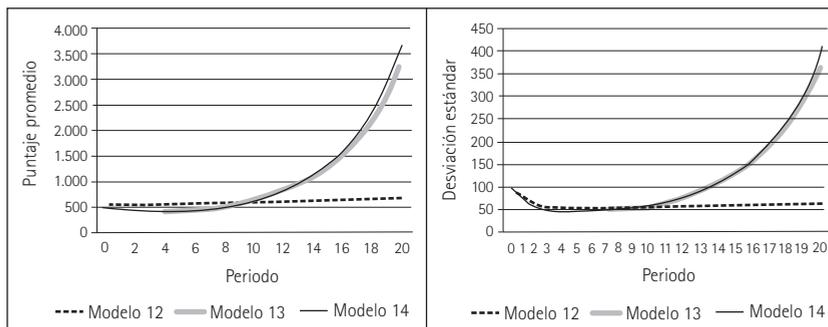
Gráfico 16
Distribución del capital humano: modelo con efecto grupo y con efectos a escala y tecnología diferenciada (modelo 12), periodos 1, 10 y 11



Nota
 Resultados de simulación; parámetros del modelo 12 del cuadro 1.

Finalmente, el gráfico 17 muestra modificaciones en las que permitimos la existencia de mayores patrones de cambio tecnológico (modelo 13 en el cuadro 1) y donde el progreso tecnológico está sesgado hacia un factor en particular (modelo 14 en el cuadro 1).

Gráfico 17
Evolución del capital humano: modelo con efectos grupales (modelos 12, 13 y 14), distintos escenarios de parámetros



Nota
 Resultados de simulación. Parámetros de los modelos presentados en el cuadro 1.

Los modelos 1 al 14 presentan diversos patrones observados en la data. Se observa que:

- a) Varios modelos simulados generan resultados estacionarios. Estos estados estacionarios tienden a tener una menor desviación estándar que la función generadora de habilidades. Pero esta menor desviación estándar tiene como costo un desplazamiento de la distribución de capital humano hacia una media menor. Para que estos estados estacionarios registren desplazamientos de la distribución de capital humano hacia una media superior, se requiere de la existencia de tecnología o de retornos crecientes a escala.
- b) Generar patrones continuos de crecimiento requiere cambio tecnológico, sea sesgado o no.
- c) La estructura de la función de producción, en términos de la importancia relativa de diversos factores, tiene importancia en la evolución intertemporal de la distribución de capital humano. Así, a medida que la función de producción llega a ser tal que la habilidad innata tiene un mayor rol, la evolución de la distribución del capital humano registra un menor dinamismo.

Análisis del impacto de distintos patrones de formación de grupos

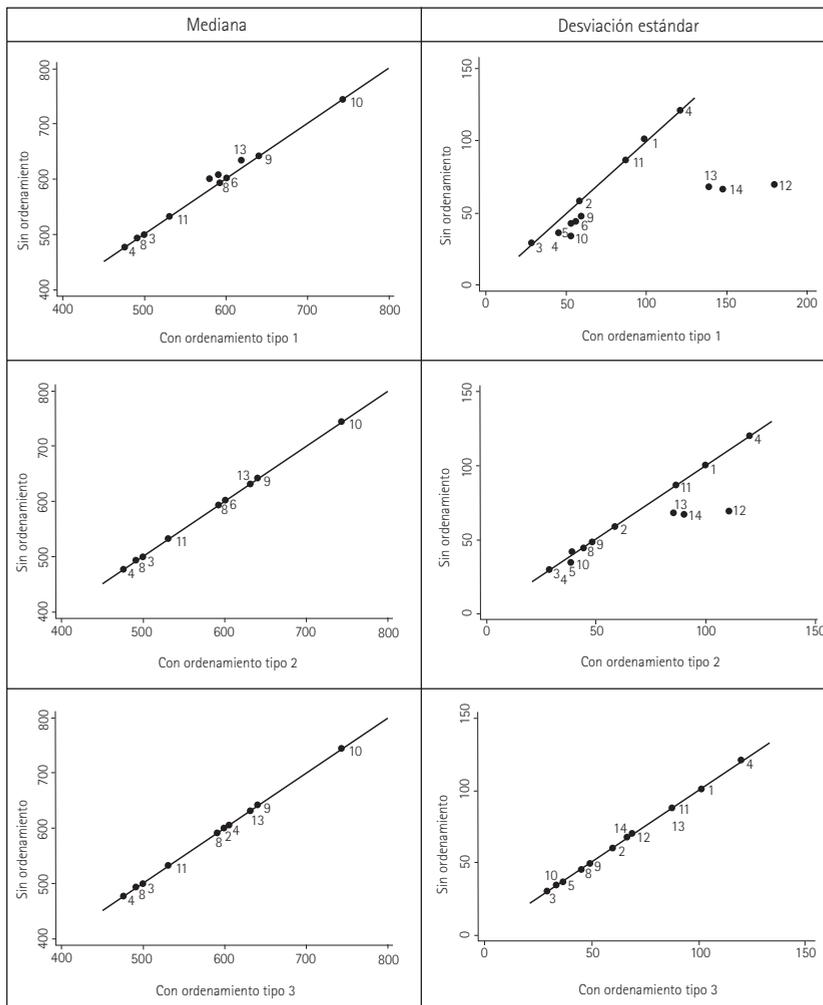
La ecuación (VII) presenta un posible rol para el grupo con el cual los individuos interactúan. No obstante, no describe el mecanismo preciso bajo el cual se realiza el ordenamiento de los individuos entre grupos. Para ello, incluimos en las simulaciones cuatro posibles escenarios de ordenamiento:

- a) **Sin ordenamiento.** Este esquema asume que las familias o clanes forman grupos con las familias o clanes que están aleatoriamente cercanos a ellos en el periodo inicial y, dado que no hay ordenamientos posteriores, las familias o clanes permanecerán en cada grupo de manera invariable a través de los periodos.
- b) **Ordenamiento tipo 1.** En este esquema las familias o clanes se ordenan en todos los periodos en base al capital humano que acumularon en el periodo anterior. Puede interpretarse como la situación en que grupos con mayor riqueza (de capital humano) se aglutinan para obtener beneficios del efecto grupo, por ejemplo, con la existencia de colegios privados de paga, el establecimiento de distritos escolares cerrados, etc.
- c) **Ordenamiento tipo 2.** En este esquema las familias o clanes se ordenan en el periodo inicial y no hay cambios posteriores en el ordenamiento, de manera que las familias o clanes permanecen en grupos invariables a través de los periodos. Este ordenamiento es una combinación entre el modelo sin ordenamiento (en el periodo inicial) y el de tipo 1 (en los periodos posteriores).
- d) **Ordenamiento tipo 3.** En este esquema los individuos y, por ende, su familia o clan se ordenan cada periodo en base a la distribución que les fue otorgada por la función generadora de habilidades. Puede interpretarse como un sistema en el cual los individuos son asignados a edades tempranas entre distintos grupos en base a su habilidad.

Impacto de distintos patrones de formación de grupo en los valores de la distribución

El gráfico 18 presenta los resultados de los diversos esquemas de ordenamiento de los modelos especificados en el cuadro 1. Como se puede apreciar, los ordenamientos bajo los parámetros asumidos no tienen mayor rol en la evolución de la mediana (los resultados del modelo sin ordenamiento son similares a los registrados en los modelos con los distintos tipos de ordenamiento).

Gráfico 18
Efectos del ordenamiento por tipo de modelo: mediana y desviación estándar, en $t = 10$



Nota

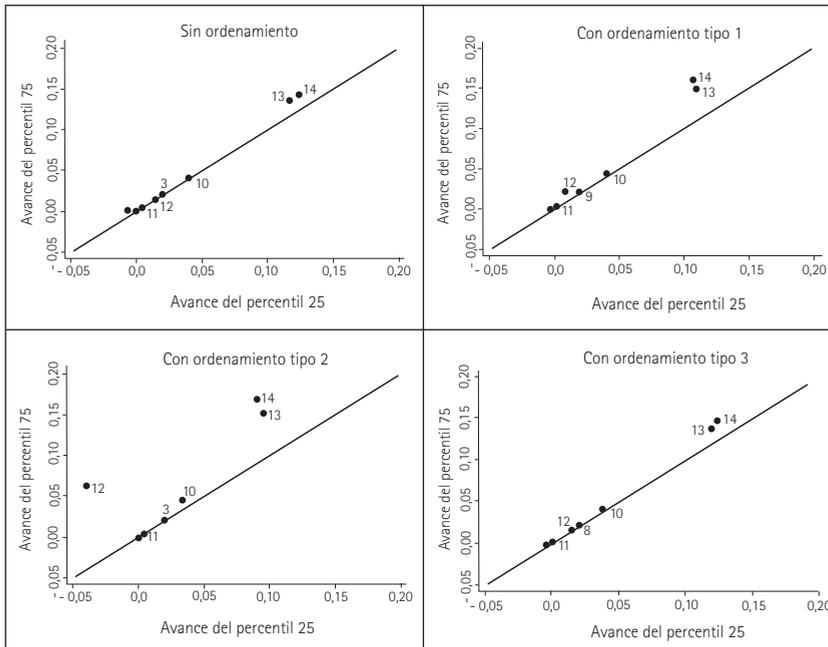
Resultados de simulación. Parámetros de los modelos presentados en el cuadro 1.

Por otro lado, el ordenamiento tipo 1 aumenta la desviación estándar de la gran mayoría de los modelos, mientras el ordenamiento tipo 2 afecta la desviación estándar en los modelos con cambio tecnológico sesgado (en los que se registran movimientos mayores en la distribución de capital humano) y el ordenamiento tipo 3 no tiene efectos en la distribución estándar.

Impacto de la formación de grupos cuando existen brechas entre individuos con capital humano alto o bajo

Para analizar si los distintos modelos generan convergencia entre los individuos con alto y con bajo desempeño, evaluamos la evolución de los percentiles 25 y 75 de la distribución de capital humano entre el periodo 10 y el 11. El gráfico 19 presenta la evolución de dichos percentiles (con relación a la mediana del periodo 10) para los modelos descritos en el cuadro 1 bajo los cuatro patrones de agrupación: sin ordenamiento, ordenamiento tipo 1, tipo 2 y tipo 3. Los modelos 13 y 14 generan un aumento de la brecha (mayor crecimiento del percentil 75 con relación al percentil 25) independientemente del tipo de ordenamiento. Adicionalmente, el ordenamiento tipo 2 genera un aumento de la brecha en el modelo 12.

Gráfico 19
Avances en los efectos de distintos esquemas de ordenamiento en brechas, por percentiles



Nota
Resultados de simulación; parámetros de modelos presentados en el cuadro 1.

Impacto de la formación de grupos cuando hay persistencia de inequidad

Tanto el análisis de la varianza como el de las brechas nos brindan una percepción de la heterogeneidad de los resultados posibles en el capital humano de los individuos, pero no de la evolución de la relación del capital humano entre diferentes generaciones de una misma familia o clan. No obstante, dada la importancia de los factores familiares, así como de grupo (en muchos casos ligados también a factores familiares), se espera una alta relación entre ambos, relación que las políticas de igual acceso a oportunidades tratan de disminuir. En esta sección analizamos la capacidad de los distintos modelos y mecanismos de formación de grupos para generar rigideces en la pertenencia a ciertos niveles de performance. Así, para las familias o clanes que pertenecieron al decil superior de capital humano en el periodo 9 ($t - 1$), el gráfico 20 presenta el percentil esperado en el periodo 10 (t) y en el periodo 11 ($t + 1$)²².

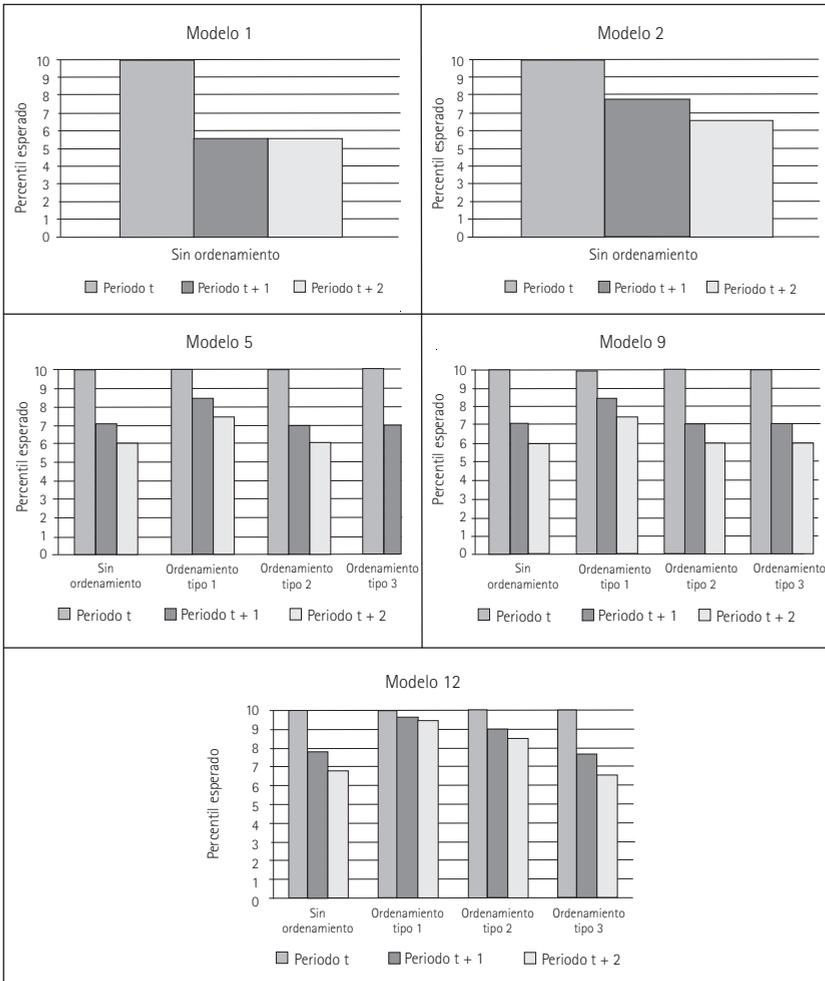
En el modelo en el cual no existe transmisión de capital humano (modelo 1), el resultado esperado para los siguientes modelos es pertenecer exactamente a la media de la distribución (equivalente al número 5,5 en términos de percentiles)²³. En el modelo con transmisión básica (modelo 2), el percentil esperado disminuye paulatinamente, reflejando claramente los efectos de la transmisión de capital humano entre generaciones asumido en los modelos.

Dada la presencia de grupos en los modelos 5, 9 y 12, el análisis de la persistencia se realiza teniendo en cuenta sus distintos mecanismos posibles de formación. Claramente, el ordenamiento tipo 1 introduce una alta persistencia de inequidad, mientras que los otros posibles tipos de ordenamiento muestran una evolución relativamente similar al modelo sin ordenamiento una vez lograda la distribución relativamente estable en el periodo 10. Cabe anotar que el modelo 12 exagera la persistencia de la inequidad en todos los posibles esquemas de ordenamiento y, en particular, genera una distribución relativamente invariante de inequidad bajo el tipo de ordenamiento 1.

22. En esta sección se modela alrededor del periodo 10, dado que la calibración de los modelos se hizo bajo el supuesto de un posible estado estacionario en dicho periodo.

23. El resultado esperado corresponde a la sumatoria de los periodos 1 y 10, que equivale a 55 dividido entre 10.

Gráfico 20
Rigideces en la inequidad



Nota

Resultados de simulación; parámetros de modelos presentados en el cuadro 1.

3. MODELOS Y ESTIMACIONES ECONÓMICAS

En los distintos modelos especificados, la transmisión intergeneracional de capital humano entre los distintos periodos es un factor clave en la determinación del capital humano en periodos subsiguientes, reflejando la evidencia internacional. No obstante, la capaci-

dad para identificar el patrón correcto dependerá del periodo en el cual se realiza la estimación y del rol de los factores de ordenamiento.

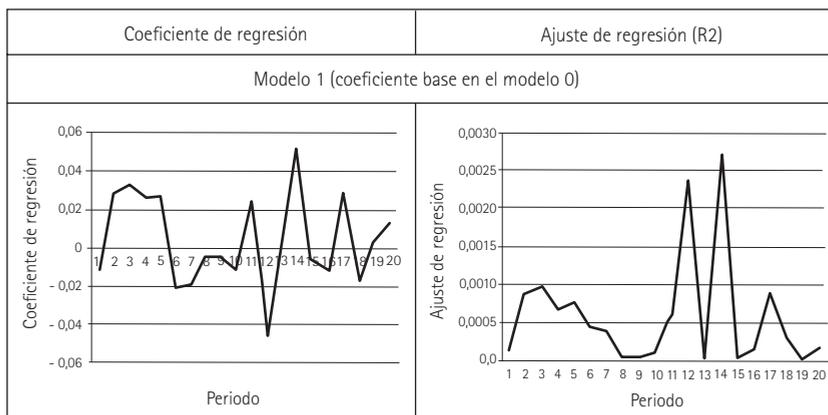
$$\ln y_t^i = \ln TEC_t + \alpha * \theta * \ln y_{t-1}^i + \gamma * \theta * P_t^{j,i \in J} + \beta * \theta * \ln A_t^i \quad (XII),$$

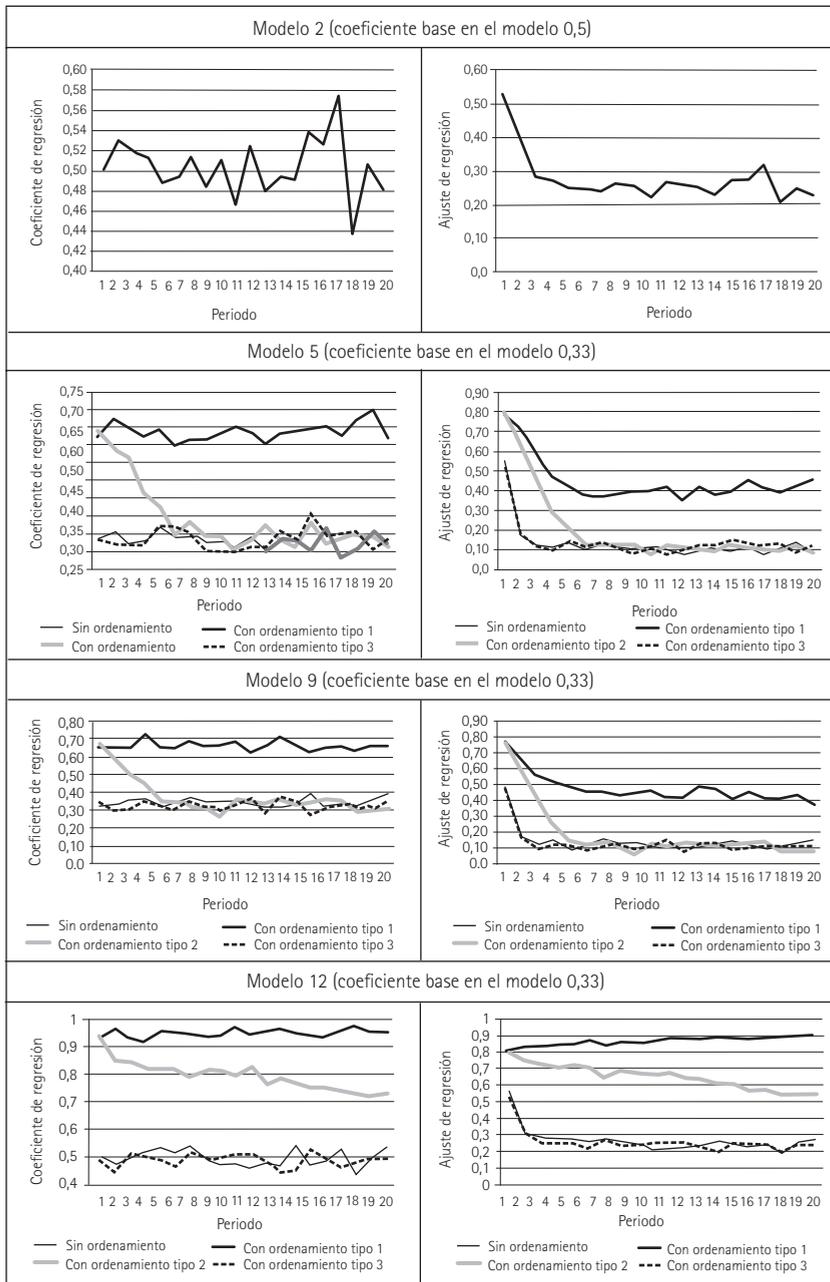
la cual usualmente es estimada bajo la siguiente especificación:

$$\widehat{y}_t^i = constante + \widehat{\alpha} \widehat{y}_{t-1}^i + error_t^{j,i} \quad (XIII)$$

El gráfico 21 presenta la elasticidad estimada según modelos. Como se aprecia, en el modelo 1 y 2 los valores de la estimación son similares a los del parámetro (en esos modelos no se presentan resultados por grupos, dado que estos no tienen un rol en ellos). Mientras tanto, en los modelos 5, 9 y 13 la capacidad para identificar el valor correcto depende del tipo de ordenamiento y del periodo en el cual se está realizando el análisis. En el caso del ordenamiento tipo 1, el parámetro del logro cognitivo de la familia es alto, dado que este captura el efecto grupo (el que está altamente correlacionado con las características de la familia). En el ordenamiento tipo 2, el efecto de las condiciones en el periodo inicial paulatinamente se va disipando. Adicionalmente, la capacidad del modelo de explicar la varianza depende del momento en que se haya realizado la estimación, inclusive en los modelos en los que el coeficiente verdadero de la elasticidad es identificado rápidamente (modelos sin ordenamiento y con ordenamiento tipo 3). Esto responde a la paulatina desviación del capital humano de los padres en comparación al capital humano de la función generadora de habilidades a medida que se avanza en el tiempo.

Gráfico 21
Relación entre logro cognitivo del estudiante y logro cognitivo de la familia: estimación sin efecto escuela, coeficiente de elasticidad y ajuste de regresión



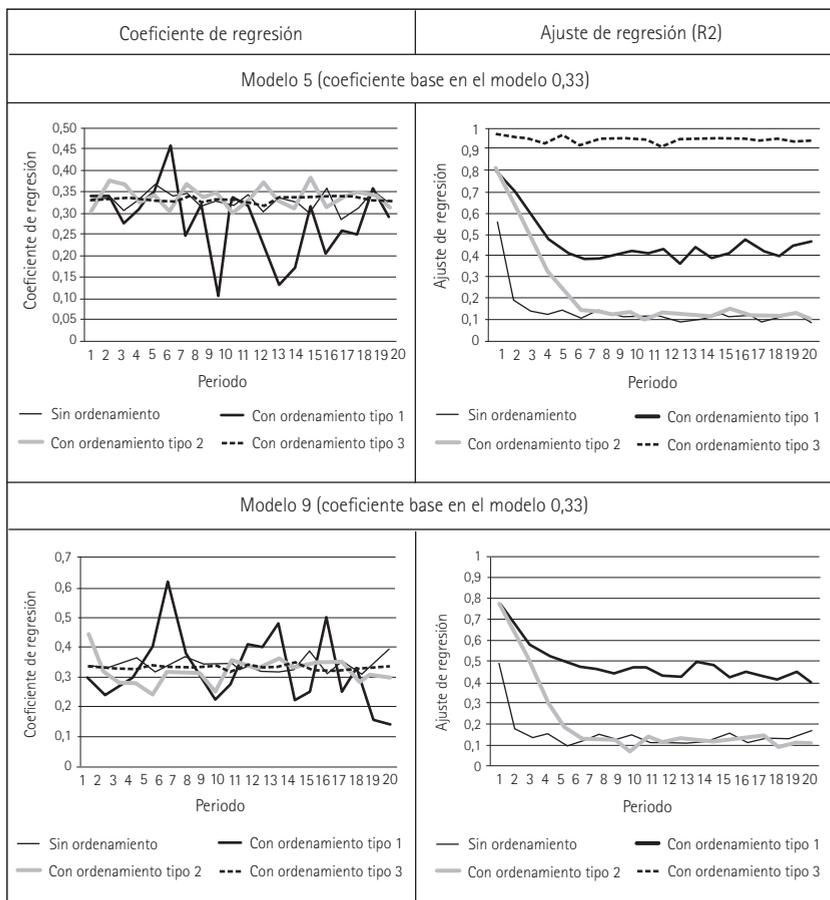


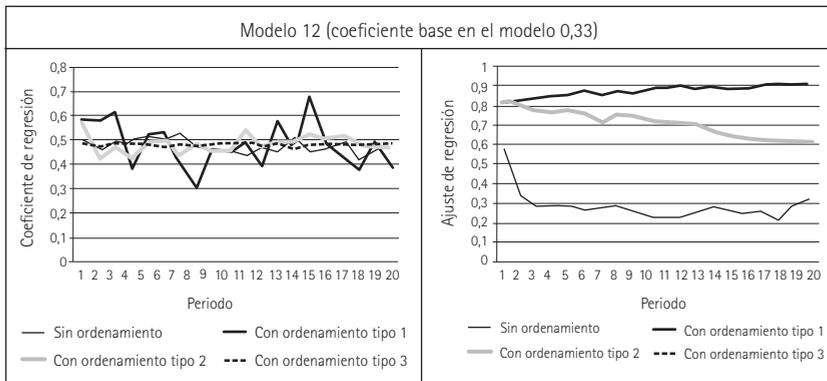
Nota

Resultados de simulación; parámetros de modelos presentados en el cuadro 1.

Dada la importancia del efecto ordenamiento, procedemos a modificar la estimación de la ecuación (XIII) para permitir la existencia de un efecto grupo. El gráfico 22 presenta los resultados de dicho análisis. Se observa que la inclusión del efecto grupo permite una estimación precisa del efecto familia en la producción de capital humano. Cabe anotar que los modelos con ordenamiento tipo 3 tienen un mayor ajuste, dado que los efectos grupo reflejan las habilidades de los mismos individuos. El modelo con ordenamiento tipo 1 es el que tiene la siguiente mejor capacidad de ajuste. No obstante, bajo el modelo 12, la capacidad de ajuste del modelo aumenta, reflejando la mayor inequidad de la sociedad, lo que le da un rol paulatinamente mayor al efecto grupo.

Gráfico 22
Relación entre logro cognitivo del estudiante y logro cognitivo de la familia: estimación con efecto escuela, coeficientes y ajuste de regresión



**Nota**

Resultados de simulación; parámetros de modelos presentados en el cuadro 1.

CONSIDERACIONES FINALES

Amplitud del proceso del capital humano. El análisis presentado se basa en una medida restringida de capital humano a nivel individual (pruebas PISA), que es resultado de una medición en el sistema formal de educación (estudiantes matriculados en el sistema educativo a los quince años). No obstante, como se ha mencionado en el presente artículo, la literatura ha encontrado una relación importante entre algunos logros posteriores en la formación de capital humano (como asistencia a la universidad), la productividad en el mercado laboral y las tasas de crecimiento de los países. Esto implicaría que el resultado en la prueba PISA constituiría un proxy adecuado del nivel de capital a ser acumulado por los individuos. Cabe anotar que nuevos levantamientos de información, por ejemplo el PIAC, se enfocan en la medición de capital humano en población adulta, lo cual, eventualmente, permitirá enriquecer análisis como el presentado en este documento.

¿Y los insumos? ¿Y las instituciones? Las especificaciones presentadas en este modelo explícitamente no modelan directamente estos factores, en parte, porque: a) la estimación de sus impactos en el logro educativo no brinda mucha información sobre ello; y b) sus efectos, en particular el de los insumos, son extremadamente difíciles de separar de los efectos familiares. No obstante, los modelos han incorporado un factor tecnológico; además, su tasa de crecimiento y los parámetros de la función de producción son reflejo tanto de los insumos como de las instituciones bajo las cuales funcionan.

Modificación de los modelos a través del tiempo. Como se mencionó anteriormente, diversos autores (Aedo y Luque 2012; Barrera-Osorio *et al.* 2011) han estudiado el rol de parámetros cambiantes y de cambios en la dotación de factores (empleando, por ejemplo,

la metodología de Oaxaca-Blinder²⁴). No obstante ello, los resultados de estos modelos se ven afectados por la escasa relación entre insumos y resultados. Los impactos esperados de los insumos son estimados de forma imprecisa, en muchos casos no estadísticamente significativa. El análisis de este documento puede contribuir con tal literatura en la búsqueda de patrones estructurales que guíen la producción intertemporal de capital humano.

Otros esquemas de función de producción de capital humano en la educación. En un influyente artículo, McKinsey & Company (2007) señaló que la calidad de un sistema educativo no puede exceder a la de sus maestros. Esta afirmación tiene consecuencias directas en términos de la función de producción de capital humano y la podríamos expresar de la siguiente manera:

$$Y = \text{MIN} (\text{calidad de maestros, interacción de otros factores}) \quad (\text{XIV})$$

La función de producción presentada en la ecuación (XIV) se relaciona con la tecnología de Leontief, usualmente estudiada en cursos básicos de microeconomía. Cabe anotar que esta función de producción asigna un valor marginal cero a insumos adicionales una vez que la restricción de calidad de los maestros está activada. Bajo la línea de argumentación de este documento, una relación alta entre padres e hijos podría responder a la capacidad de los padres con mayor capital humano de elegir los mejores maestros para sus hijos.

¿La función de generación de habilidades será independiente del capital humano del padre e invariante en el tiempo? Una modelación alternativa de la función generadora de habilidades podría permitir una dominancia estocástica de acuerdo a las condiciones del capital humano de los padres, es decir, si

$$Y_{t-1}^i > Y_{t-1}^j \quad (\text{XV}),$$

entonces se podría afectar la función generadora de habilidades:

$$\mu_A^i > \mu_{AA}^j \quad (\text{XVI})$$

Esto podría derivarse, por ejemplo, de mejores cuidados y precauciones durante el embarazo. Asimismo, a medida que las sociedades avanzan, esperaríamos mejores cuidados generalizados en los periodos prenatales y en la primera infancia, generándose desplazamientos de la función generadora de habilidades.

24. Ver Oaxaca (1973) y Blinder (1973).

¿Hemos llegado al tope del capital humano? El resultado en PISA es sugestivo e intrigante. El tope tomado como referencia en este ejercicio es un promedio cercano a 600, pero hay estudiantes que registran tasas superiores. Un tope de 600 para los países indicaría que la contribución del proceso educativo (es decir, la suma de escuela, familias y contexto) habría llegado al máximo. Sin embargo, habría que contar con medidas objetivas de lo que pasa después.

* * *

El presente documento presenta ciertos patrones claves de la evolución intertemporal del capital humano, los cuales han sido identificados a través de nuevas fuentes de información. Esta información muestra un crecimiento en el *stock* de capital humano en ciertos sistemas educativos, básicamente en los provenientes de países en desarrollo, pero un estancamiento relativo de los resultados educativos en los países desarrollados. Estos patrones son consistentes con ciertas características básicas de la función de producción de capital humano, como la existencia de factores tecnológicos y la inexistencia de retornos a escala en la producción de capital humano.

El análisis documenta que, para lograr un crecimiento continuo del capital humano, la tecnología en el proceso educativo tiene que aumentar. No obstante, no todos los tipos de crecimiento tecnológico son iguales, ya que en algunos casos el proceso tecnológico podría generar mayor inequidad, en particular dada la existencia de patrones no aleatorios de formación de grupos en la sociedad.

Asimismo, el documento claramente detalla cómo los distintos estimados de la función de producción de capital humano dependen de un modelaje correcto del patrón de agrupamiento y de las características de los valores de soporte de la regresión, es decir, se mostró cómo modelos similares pueden arrojar distintos resultados dependiendo del momento de estimación (lo que podría relacionarse con el nivel de desarrollo o con la reducción de la inequidad) que ciertas sociedades han alcanzado. Futuros análisis de comparación de las funciones de producción de capital humano deberían dar particular importancia a la identificación de cambios en los patrones de ordenamiento y en los valores de soporte de la regresión.

Finalmente, la evolución futura del bienestar y la disminución de brechas entre individuos dependerán de la evolución en la distribución del capital humano. Patrones de relativa falta de dinamismo en la distribución de capital humano generarían un alerta sobre topes al desarrollo del mismo. Este documento presenta los elementos necesarios para redinamizar las funciones de producción de capital humano. Lograr esos cambios en la función de producción es el reto de los educadores y de los hacedores de política educativa.

BIBLIOGRAFÍA

ACEMOGLU, Daron

1996 «A Microfundation for Social Increasing Returns in Human Capital Accumulation». En: *Quarterly Journal of Economics*, N° 111, pp. 779-804.

AEDO, Cristian; J. HERSCHEL; Javier LUQUE y M. MORENO

2013 *From Occupation to Embedded Skills: A Cross-Country Comparison*. The World Bank (en prensa).

AEDO, Cristian y Javier LUQUE

2012 «Assessing the Evolution of International Performance on International Cognitive Tests» (mimeo). Washington: The World Bank.

AEDO, Cristian e Ian WALKER

2012 *Skills for the 21st Century in Latin America and the Caribbean*. Washington: World Bank.

BARRERA-OSORIO, Felipe; Vicente GARCIA-MORENO; Harry PATRINOS y Emilio PORTA

2011 «Using the Oaxaca-Blinder Decomposition Technique to Analyze Learning Outcomes Changes over Time: An Application to Indonesia's Results in PISA Mathematics». Documento de trabajo N° 5584. The World Bank.

BARRO, Robert J. y Jong-Wha LEE

2010 «A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950–2010». Documento de trabajo NBER N° 15902. National Bureau of Economic Research.

BLINDER, Alan

1973 «Wage Discrimination: Reduced Form and Structural Estimates». En: *Journal of Human Resources*, vol. 8, N° 4, pp. 436-455.

COLEMAN, James S.; Ernest Q. CAMPBELL; Carol J. HOBSON; James MCPARTLAND; Alexander M. MOOD; Frederic D. WEINFELD y Robert L. YORK

1966 *Equality of Educational Opportunity*. Washington: US Government Printing Office.

GLEWWE, Paul; Eric HANUSHEK; Sarah HUMPAGE y Renato RAVINA

2011 «School Resources and Educational Outcomes in Developing Countries: A Review of the Literature from 1990 to 2010». Documento de trabajo N° 17554. National Bureau of Economic Research.

HANUSHEK, Eric

2006 «School Resources». En: HANUSHEK, Eric y Fins WELCH, *Handbook of the Economics of Education*. Amsterdam: Elsevier.

HANUSHEK, Eric y John KAIN

1972 «On the Value of "Equality of Education Opportunity" as a Guide to Public Policy». En: MOSTELLER, Frederick y Daniel P. MOYINAH (eds.), *On Equality of Educational Opportunity*. Nueva York: Random House.

HANUSHEK, Eric y Javier LUQUE

2003 «Efficiency and Equity in Schools around the World». En: *Economics of Education Review*, vol. 22, N° 5, octubre, pp. 481-502.

HANUSHEK, Eric y Steven RIVKIN

2010 «Generalizations about Using Value-Added Measures on Teacher Quality». En: *American Economic Review*, vol. 100, N° 2, mayo, pp. 267-271.

HANUSHEK, Eric y Ludger WOESSMAN

2008 «The Role of Cognitive Skills in Economic Development». En: *Journal of Economic Literature*, vol. 46, N° 3, septiembre, pp. 607-668.

HANUSHEK, Eric y Lei ZHANG.

2009 «Quality-Consistent Estimates of International Schooling and Skill Gradients». En: *Journal of Human Capital*, vol. 3, N° 2, pp. 107-143.

HECKMAN, James; Jora STIXRUD y Sergio URZUA

2006 «The Effects of Cognitive and Noncognitive Abilities on Labor Market Outcomes and Social Behavior». En: *Journal of Labor Economics*, vol. 24, N° 3, julio, pp. 411-482.

KING, E. y Javier LUQUE

2012 «Distribution of Cognitive Skills around the World» (mimeo). Washington: The World Bank.

LIPS, Dan; Shanea J. WATKINS y John FLEMING

2008 «Does Spending More on Education Improve Academic Achievement?» Documento de trabajo N° 2179. The Heritage Foundation.

MCDONALD, Kevin; Felipe BARRERA; Juliana GUAQUETA; Harry PATRINOS y Emilio PORTA.

2010 «The Determinants of Wealth and Gender Inequity in Cognitive Skills in Latin America». Documento de trabajo N° 5189. The World Bank.

MCKINSEY & COMPANY

2007 «How the World's Best-performing School Systems come out on Top». En: *McKinsey on Society*. Septiembre. <http://mckinseysociety.com/downloads/reports/Education/Worlds_School_Systems_Final.pdf>.

MINCER, Jacob

1974 *Schooling, Experience, and Earnings*. Nueva York: NBER Press.

OAXACA, Ronald

1973 «Male-female Wages Differentials in Urban Labor Markets». En: *International Economic Review*, vol. 14, N° 3, pp. 693-709.

OECD

2010 *Education at a Glance 2010: OECD indicators*. Paris: OECD.

2008 *Education at a Glance 2008: OECD Indicators*. Paris: OECD.

2004 *Education at a Glance: OECD Indicators 2004*. Paris: OECD.

s. f. *OECD Programme for International Student Assessment. PISA*. <www.oecd.org/pisa/>.

RIVKIN, Steven; Eric A. HANUSHEK y John F. KAIN

2005 «Teachers, Schools, and Academic Achievement». En: *Econometrica, Econometric Society*, vol. 73, N° 2, pp. 417-458.

TOUGH, Paul

2012 *How Children Succeed*. Nueva York: Houghton Mifflin.

WORLD BANK

2011 «Strengthening Skills and Employability in Peru». Reporte N° 61699. Washington: World Bank.