

¿Contribuye el grado de interdependencia de los países con la sociedad global del conocimiento a explicar las diferencias de resultados en las pruebas PISA 2012 de matemática en América Latina?

FICHETTI PERALTA IGNACIO

NASIF DANIELA

GERTEL HÉCTOR

Instituto de Economía y Finanzas, FCE, UNC.
ifichetti@gmail.com

Los resultados reportados por las pruebas PISA, desde el año 2000, sugieren que, globalmente, América Latina conforma una región relativamente uniforme con un alumnado mayoritariamente de bajo rendimiento. No obstante, la proporción de alumnos que no alcanza el nivel 2, varía entre 50% (Chile) y 75% (Perú). ¿En qué medida son estos resultados afectados por las trayectorias de interdependencia económica adoptadas por los distintos países de la región en su vinculación con la sociedad global del conocimiento?

Este trabajo explora el potencial explicativo que tienen dos indicadores de participación en la sociedad global del conocimiento: acceso a banda ancha y índice compuesto de ambiente innovador sobre las diferencias de resultados entre países de América Latina, en las pruebas PISA 2012 de matemática. Se aplica una técnica de regresión multinivel con tres niveles al total de alumnos de los 8 países participantes. Mientras los niveles uno y dos contienen las variables de control usual, el nivel tres (país) incorpora los dos nuevos indicadores no provistos en la base de PISA, aquí propuestos para explorar la existencia de un “efecto

institucional” explicativo de las diferencias entre países observadas en los resultados PISA. Se hallaron dos resultados principales que confirman que el grado de interdependencia de los países con la sociedad global del conocimiento contribuye a explicar las diferencias de resultados en las pruebas PISA 2012 de matemática en América Latina. En primer lugar, alrededor del 8% de la varianza total de puntajes entre los alumnos latinoamericanos en las pruebas PISA aparece asociado con el efecto institucional. En segundo lugar, las nuevas variables incorporadas para indicar la mayor o menor influencia de la sociedad global del conocimiento sobre la demanda de educación de calidad (acceso a banda ancha e índice de ambiente innovador) explican alrededor del 60% de la diferencia de puntajes observada entre países.

Palabras clave: modelo lineal jerárquico de tres niveles, PISA 2012, sociedad global del conocimiento

Los autores agradecen los comentarios a una versión preliminar por parte de miembros del Instituto de Economía y Finanzas, FCE, UNC. Este trabajo fue financiado mediante proyecto Secyt-UNC 203-2014.

1. INTRODUCCIÓN

Los resultados de las pruebas PISA 2012 indican que América Latina conforma una región relativamente uniforme, con el más bajo rendimiento promedio frente a las demás regiones representadas. No obstante, hacia su interior se aprecian diferencias interesantes entre países. Por ejemplo, utilizando la escala de 1 a 6 construida por PISA para medir cuánto saben y pueden hacer los alumnos de 15 años para integrarse a la sociedad global del conocimiento¹³⁰, la proporción de alumnos que no alcanzó el nivel 2 considerado básico, varía entre 50% (Chile) y 75% (Perú). La literatura que examina estos resultados poco alentadores de los sistemas nacionales de educación propone estudiarlos a la luz de las nuevas formas de interdependencia, que provocan un mayor/menor alineamiento de las economías locales en relación con el mercado global (Scott et al 2015; Sahlberg, 2006). No es frecuente encontrar este tipo de inquietud dentro de los estudios elaborados por los equipos de PISA, por ejemplo. Este trabajo reporta los principales hallazgos resultantes de examinar empíricamente en un conjunto de países de América Latina hasta qué punto este mayor/menor alineamiento de los países con la sociedad global del conocimiento contribuye a explicar las diferencias de desempeño de los estudiantes de la región en evaluaciones internacionales.

Con este propósito, el trabajo se organizó de la siguiente manera. La sección 2 introduce la problemática de conectar las instituciones con el desempeño de los países en pruebas escolares estandarizadas de carácter internacional. La sección 3 informa de manera comparativa acerca de: (i) el desempeño de los países de América Latina en la prueba de matemática PISA 2012 y (ii) los indicadores de apertura a la circulación internacional de las ideas, y de apoyo al desempeño innovador de los emprendedores locales propuestos en este trabajo para indagar acerca del posible impacto positivo que una mayor fortaleza de las instituciones, orientadas al estímulo de una mayor relación de interdependencia con la sociedad global del conocimiento, provocaría sobre el desempeño de los países en PISA y otras evaluaciones masivas de carácter internacional. La sección 4 introduce el modelo a estimar y los datos. La sección 5 resume los resultados principales, y la sección 6 concluye con una breve discusión de los mismos.

¹³⁰ No existe unanimidad acerca del uso del término sociedad del conocimiento. En este trabajo, la expresión refleja la amplia coincidencia generada en documentos de las Naciones Unidas y de la OECD en relación a una sociedad donde sus instituciones facilitan el acceso a la información en la sociedad digital. Las palabras claves de estos programas de acción se resumen como ICT4D (Tecnologías de la Comunicación y la Información para el desarrollo). La CEPAL cuenta con un programa de investigación (eLAC) para elaborar un plan de acción institucional para América Latina y el Caribe, acorde con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI). Allí se definió que las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) son instrumentos de desarrollo económico y de inclusión social a ser promovidos regionalmente. Véase, entre otros documentos (CEPAL, 2013).

2. LAS INSTITUCIONES Y LOS DETERMINANTES DEL DESEMPEÑO ESCOLAR EN LAS PRUEBAS PISA

El número de estudios comparativos que exploran distintos determinantes propuestos para explicar el éxito de los estudiantes en las pruebas PISA aumentó de manera notable durante los últimos años gracias a la creciente familiaridad de investigadores y expertos con las bases de datos proporcionadas por los equipos de PISA. Esta sección destaca cuatro aspectos que limitan el alcance de las recomendaciones de política que muchos de estos trabajos han ayudado a poner en debate.

2.1 Los estudios comparativos tradicionales sobre el desempeño de los países en PISA analizan el efecto de las instituciones de manera limitada, acotado sólo a las instituciones educativas

Los estudios comparativos tradicionales se apoyan en la aplicación de modelos de tipo lineal jerárquico donde se observa (i) uso predominante de datos proporcionados por PISA, sobre los alumnos y sus escuelas, que luego son relacionados con los resultados; (ii) que por tratarse de datos contemporáneos, resulta difícil establecer relaciones de causalidad entre insumos y productos; y (iii) Los datos sobre instituciones proporcionados por PISA se limitan a las instituciones de la educación: la descentralización, la privatización o la eficacia en el uso de los recursos de la educación. Otras instituciones de la sociedad no son examinadas, aun cuando podrían afectar, vía incentivos, el comportamiento de los estudiantes en las pruebas de rendimiento escolar facilitando el análisis de causalidad.

En la sección siguiente se introducen nuevos indicadores, no contemplados en las bases de datos de PISA, que permitirán indagar si el desempeño de los países en las pruebas PISA resulta influido por el estímulo que leyes y regulaciones proporcionan para alinear los objetivos de la educación nacional con los de la sociedad global del conocimiento. Un mayor alineamiento debería verse reflejado en inversiones que facilitan que las ideas circulen de manera más fluida provocando mejores resultados en las pruebas internacionales tipo PISA. De manera similar, podría contrastarse si un contexto regulatorio de menor alineamiento, donde los países se presentan como más proclives a mantener una situación de mayor autarquía en el diseño de su política educativa, aparece asociado con resultados inferiores en las pruebas internacionales de desempeño escolar.

2.2 Instituciones, interdependencia de las naciones en la sociedad global del conocimiento y educación de calidad

El segundo aspecto a considerar se relaciona con la literatura que examina el papel del desarrollo institucional como promotor o inhibidor de la vocación de progreso en sociedades diversas (Acemoglu, 2009; Acemoglu, Robinson, & Johnson, 2001, entre otros)¹³¹. Aun cuando

¹³¹ Los estudios cuantitativos sobre educación y desarrollo económico por lo general proponen recorrer un camino inverso al aquí sugerido: el valor económico de la educación en años de escolaridad es tomado como determinante del crecimiento y el desarrollo económico (Mankiw, Romer, & Weil, 1992). Posteriormente se

este enfoque ha recibido escaso interés dentro de la Economía de la Educación, al recorrer la historia de los debates acerca de la educación y el desarrollo (Blaug, 1970, cap.3, Anderson & Bowman, 1970, entre otros), se confirma que este enfoque, donde se plantea la posible existencia de una dirección de causalidad desde lo institucional hacia la educación, ya estaba presente. En ese entonces, las evidencias se limitaban típicamente a exponer estudios de casos (como por ejemplo, ilustrando el efecto de la dinastía Meiji, en Japón, sobre la occidentalización de la educación en ese país).

En la actualidad hay un renovado interés en el estudio de la influencia de las instituciones sobre la educación. Aspectos tales como la sanción de leyes que estimulan y promueven el apoyo al desarrollo de la actitud innovadora, o que estimulan inversiones en desarrollos informáticos para aumentar la eficacia de los canales por los que circulan las ideas, por ejemplo, también podrían estar ejerciendo una influencia sobre la actitud de la población en cuanto a los resultados que los estudiantes obtienen en pruebas internacionales de desempeño escolar. Para analizar estos aspectos (que autores como Willms (2006) resumen como “efecto país”) deberán ser examinadas nuevas fuentes de datos para incorporar información de carácter institucional en los estudios de tipo input-output en educación.

2.3 El efecto país en el análisis comparativo de los resultados en PISA.

El tercer aspecto a señalar es el escaso número de trabajos en los que se ha intentado identificar la influencia del contexto institucional sobre el resultado que cada país alcanza en PISA. En los mismos, a su vez el estudio de los canales por los que se efectiviza el llamado “efecto país” (brecha de resultados entre países no explicada por la variabilidad entre alumnos y escuelas), reciben escasa atención. En uno de ellos, reordenando información proporcionada dentro de la base de datos de PISA, se logró identificar la existencia de una correlación positiva entre medias nacionales de indicadores (que dan cuenta de aspectos tales como posibilidades de elección, delegación de responsabilidades y grado de autonomía de las escuelas, y la mayor/menor igualdad de oportunidades educativas entre países) y resultados educativos. De esta manera, el efecto país es interpretado en términos de variaciones en la efectividad de las instituciones internas de la educación (Schütz, G, West, M, & Woessman, 2007). Un estudio del equipo de PISA, procedió a clasificar los países según la proporción de escuelas pública y privada para luego observar el comportamiento de este indicador en la performance de los países en las pruebas de lectura del año 2009 (OECD, 2012, págs. 70-75). Ambos trabajos aplicaron técnicas de análisis multinivel al sólo propósito de establecer la existencia de un efecto país” medido como un efecto aleatorio fijo. De manera similar, en Willms (2006), se introdujo la hipótesis de que cuando las familias están anidadas en países, el mayor/menor desarrollo institucional del país se ve reflejado en la brecha observada al comparar el desempeño medio de los países luego de controlar por la variabilidad entre alumnos y escuelas. Este autor llegó a calcular que las diferencias de puntaje asociadas con el “efecto

introdujo el puntaje en evaluaciones internacionales comparables para expresar los años de educación en unidades más homogéneas. Las evidencias recolectadas señalan la existencia de una fuerte correlación positiva entre calidad del desempeño escolar y crecimiento económico, sugiriendo una interpretación que plantea la existencia de una relación de causalidad del primero al segundo. (Hanushek & Woessmann, 2015; Hanushek & Woessmann, 2007).

país”, para el pool de países que participaron en la primera edición de PISA en el año 2000, podrían llegar a explicar entre un 7 a un 8 % de la varianza total para los puntajes obtenidos por todos los alumnos evaluados. Willms, sin embargo, tampoco aportó indicios en relación a los probables canales por los que se expresa dicho efecto país.

2.4 La economía política de PISA y la sociedad global del conocimiento

Finalmente, un aspecto adicional que ha ganado atención durante los últimos años es la economía política de PISA. Se advierte en numerosas publicaciones una preocupación por transparentar la naturaleza de las pruebas PISA y su objetivo de promover en países de la OECD y otros países no miembros el aprendizaje de conocimientos que estén alineados con las demandas de conectividad de la actual economía global del conocimiento, tal como la misma es interpretada por los equipos técnicos de la OECD.

Dos selecciones de trabajos recientes han puesto de relieve la importancia institucional de las pruebas PISA y sus objetivos en la actual economía global del conocimiento (ver Benavot & Meyer, 2013; Pereyra, Kotthoff, & Cowen, 2011). En la introducción a la selección preparada por Benavot y Meyer, por caso, se destaca que PISA es un instrumento en la construcción institucional de una educación global (Benavot & Meyer, 2013, págs. 9-26). La segunda selección define a la prueba PISA como "una forma de gobierno internacional y una herramienta disciplinaria, cuyo propósito es gobernar la educación en el siglo 21" (Pereyra, Kotthoff, & Cowen, 2011, pág. 3).

La participación masiva de países en las sucesivas ediciones de PISA ha dejado en claro la existencia de una brecha de conocimientos importante que se sostiene el tiempo, y que en la era digital es interpretada desde la OCDE y otros organismos multilaterales del sistema de Naciones Unidas como un elemento que limita la expansión de la sociedad del conocimiento en el mundo actual y que, en consecuencia, debería ser removido. La brecha en el aprestamiento de la juventud para alcanzar una participación efectiva en la sociedad del conocimiento afecta también, de acuerdo con las mediciones de PISA, a los países menos desarrollados y notablemente a aquéllos de América Latina (Pereyra, Kotthof, & Cowen, 2011).

Es por tal motivo que este trabajo se orientó principalmente a indagar si en la sociedad digital, las brechas de acceso a la información y las diferencias en el grado de competitividad alcanzado generan contextos institucionales específicos cuya disparidad podría servir para explicar una proporción de las brechas de puntaje en PISA observadas entre los países de América Latina¹³². Para ello, luego de introducir en la sección siguiente los principales indicadores que permiten caracterizar la fuerte heterogeneidad que presentan los países de América Latina en materia de sus resultados en PISA y en su desarrollo de instituciones

¹³² Vale la pena aclarar que en este trabajo se toma como referencia el concepto clásico de instituciones presentado en North (1981). Las instituciones se definen como las reglas, de carácter formal o informal, que restringen el comportamiento de los individuos incentivándolos a actuar de una determinada manera en pos de maximizar su propio bienestar o el de la sociedad en que viven. La noción que sirvió de estímulo a los autores en una primera etapa del trabajo, fue la de indagar la hipótesis de que en una función de demanda educativa individual (ver Checchi, 2006, pág. 23) existen aspectos institucionales que incentivan a los individuos a demandar mayor calidad educativa cuando la comunidad en la que habitan posee una mayor interdependencia o un mayor grado de apertura a la sociedad global del conocimiento, en pos de maximizar su bienestar.

orientadas a sostener una mayor vinculación con la sociedad global del conocimiento se propone, en la sección 4, un modelo multinivel ampliado en el que, además de controlar por el efecto de las variables de nivel alumno y de nivel escuela de la manera usual, se incorpora en la función de producción educativa un tercer nivel de agregación o anidamiento (asociado con el anidamiento de escuelas en países) que permite evaluar empíricamente el potencial explicativo que tienen los dos indicadores propuestos de participación en la sociedad global del conocimiento: el índice de acceso a banda ancha y el índice compuesto de ambiente innovador.

3. LA HETEROGENEIDAD DE AMÉRICA LATINA EN PISA Y EN EL DESARROLLO DE INSTITUCIONES QUE PROMUEVEN MAYOR VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD GLOBAL DEL CONOCIMIENTO

Esta sección se divide en dos partes. La primera tiene el propósito de caracterizar la fuerte heterogeneidad que presentan los países de América Latina en materia de sus resultados en PISA. Este es el primer paso para justificar la utilización de un modelo HLM de tres niveles donde el país es la unidad de medida del tercer nivel. En la segunda se incluyen dos tablas con los indicadores de desarrollo de las instituciones no pertenecientes al sistema educativo nacional, propuestas para estudiar los canales principales mediante los cuales el efecto país se expresa sobre los resultados.

3.1 Desempeño de América Latina en PISA 2012

3.1.1 PISA 2012 dentro de América Latina

América Latina se muestra como una región relativamente homogénea cuando se compara el desempeño en las pruebas PISA 2012 de matemática entre todos los países participantes. Caracterizada por resultados pobres, la región aparece en el cuartil inferior de la distribución del puntaje medio de los 65 países que participaron de las pruebas¹³³. A pesar de ello, cuando la mirada es dirigida hacia adentro de la región, esta aparente homogeneidad desaparece. A través de un análisis más profundo, se verifica la existencia de importantes diferencias de desempeño y disimilitudes entre los sistemas escolares de los países latinoamericanos¹³⁴.

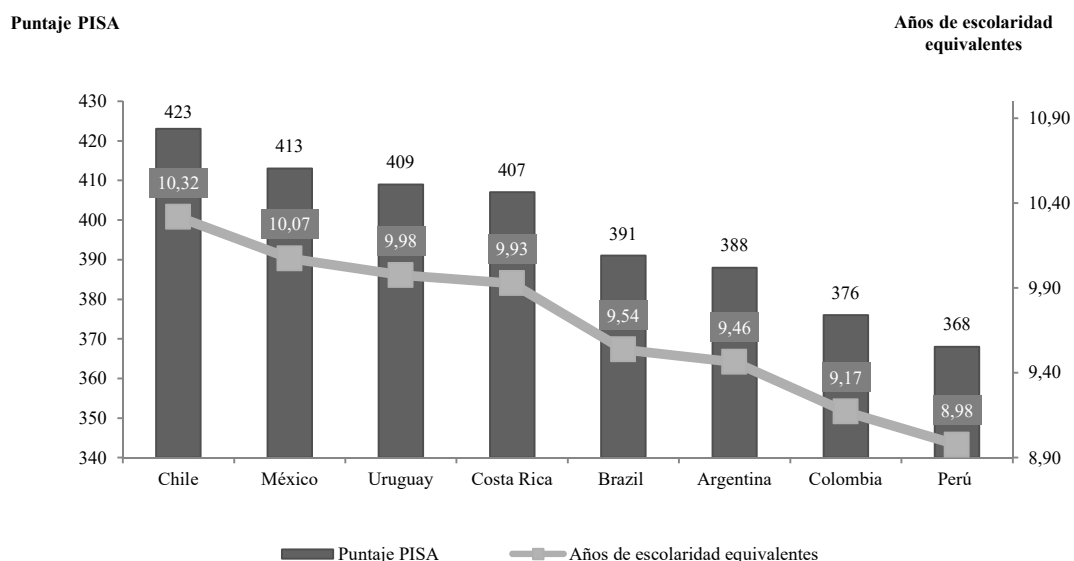
En la figura 1 se presenta el puntaje promedio en matemáticas alcanzado por los 8 países de América Latina que participaron de las pruebas PISA 2012 y su equivalente en años de escolaridad, utilizando para este cálculo el estándar de 41 puntos PISA por año de escolaridad¹³⁵.

¹³³ Véase Figura I.2.22 en OECD (2014, pág. 62).

¹³⁴ La heterogeneidad de desempeño en PISA dentro de América Latina aparece destacada en numerosas publicaciones recientes. Véase por caso Bos, Ganimian, & Emiliana (2013); Rivas (2015); OECD (2014); entre otros.

¹³⁵ La transformación de los puntajes en años de educación equivalente surge de dividir el puntaje promedio de cada país por los 41 puntos que PISA sugiere como equivalentes a un año de aprendizaje. Véase OECD (2010, pág. 13).

Figura 1. Puntaje promedio en matemáticas y años de escolaridad equivalentes en países latinoamericanos participantes de las pruebas PISA 2012.



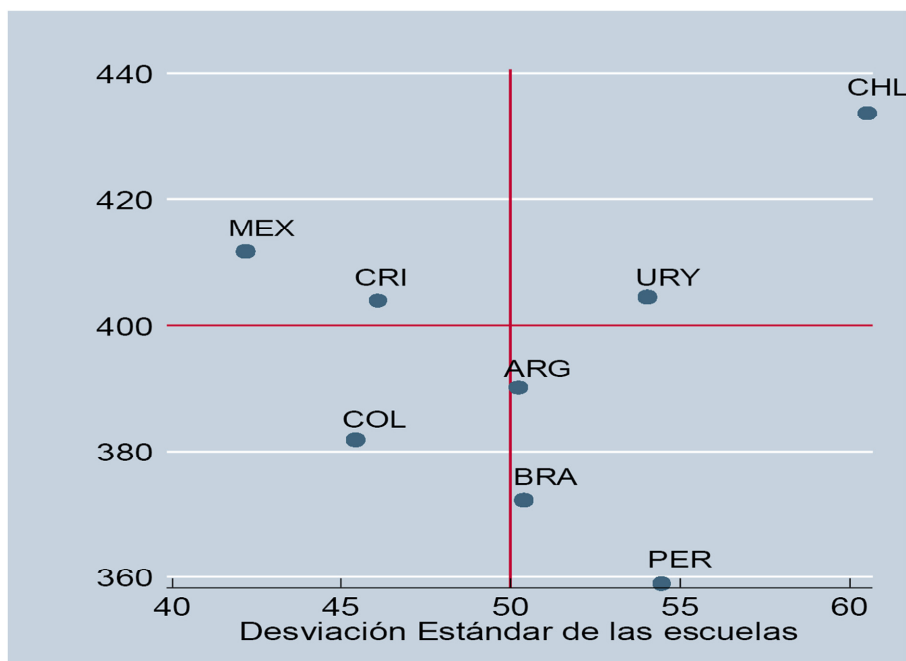
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de PISA 2012.

Así, por ejemplo, en el caso de Chile se obtiene que un estudiante típico de 15 años de edad llegó en 2012 a la prueba PISA de matemática con un capital humano en término de habilidades para resolver los problemas planteados en la prueba de 10.32 años de escolaridad. El objetivo de presentar esta transformación es poder simplificar la información referente a la brecha entre países que refleja los resultados alcanzados en las pruebas PISA. Las diferencias observadas entre los países de América Latina son de cierta importancia como puede apreciarse en la figura 1. La menor diferencia se registra entre Uruguay y Costa Rica, en donde prácticamente no se presentan diferencias en años de educación equivalente, mientras que el caso extremo, está representado por la diferencia de un año y medio equivalente en el aprendizaje para estudiantes localizados en Chile y en Perú. Esta disparidad en años de escolaridad que se observa entre los países de América Latina se presenta como una primera evidencia de la heterogeneidad existente hacia adentro de la región y de la existencia de brechas de conocimiento entre los países.

3.1.2 Desigualdad entre escuelas en el desempeño de América Latina en PISA 2012

La figura 2 indica en el eje vertical el puntaje medio de cada país resultante de promediar el puntaje de cada establecimiento escolar cuyos estudiantes participaron de la prueba de matemática PISA 2012 y fueron incluidos en este estudio por tener sus formularios respondidos con completitud. En el eje horizontal se muestran los respectivos desvíos estándar como expresión de la dispersión de puntajes entre escuelas. En la figura se destacan asimismo 4 segmentos que combinan diferentes alternativas de puntajes medios superiores o inferiores a la media regional con distribuciones de puntaje más o menos igualitarias.

Figura Nº 2. Puntaje medio y desviación estándar de las escuelas por país.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de PISA 2012.

Este ejercicio puso de manifiesto la existencia de una amplia variedad de situaciones nacionales que PISA ayudó a identificar en América Latina. México y Costa Rica, con puntaje medio superior a la media regional, son los países que también registran una mayor igualdad entre las escuelas. Por el contrario, Chile es el país con el mayor puntaje pero registra la mayor desigualdad entre escuelas. También Uruguay con un puntaje promedio superior a la media presenta una desigualdad mayor a la media. Perú, que registra el menor valor para el puntaje promedio de los países observados, se muestra con una elevada desigualdad entre colegios. Colombia presenta un puntaje algo menor a la media de la región pero exhibe un valor bajo para el indicador de desigualdad. Argentina y Brasil presentan puntajes menores a la media y una desigualdad próxima al promedio de la región. Ciertamente, los países de la región comparten malos resultados y la más alta desigualdad entre escuelas que registra PISA. Pero, al mismo tiempo, el desempeño en PISA de estos países se diferencia dentro de la región de manera notable. El punto siguiente introduce dos indicadores de desarrollo institucional que pueden ayudar a comprender mejor el impacto del “efecto país” sobre el desempeño observado en PISA.

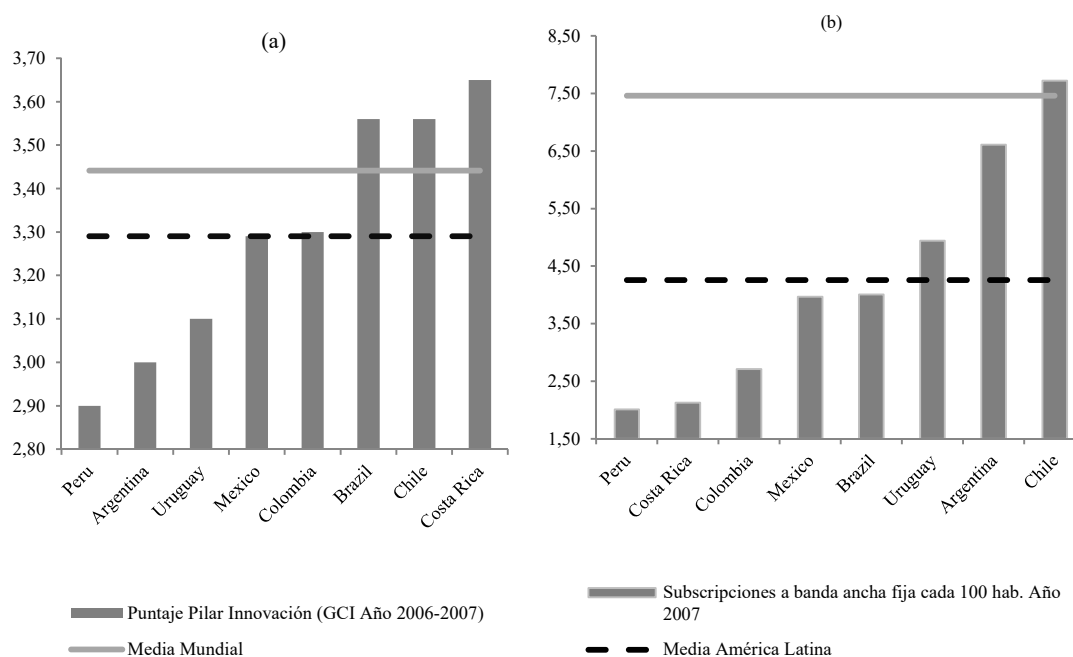
3.2 Indicadores de desarrollo institucional orientados a facilitar la circulación de las ideas

Recientemente se han presentado diferentes indicadores de desarrollo institucional. Entre éstos, destacan aquéllos orientados a identificar la posición relativa de los países en materia de participación en la circulación internacional de las ideas. En este trabajo se utilizan dos indicadores de desarrollo institucional vinculados a la circulación de las ideas y a los ambientes innovadores, con el objeto de precisar los canales mediante los cuales se expresa el “efecto país” sobre los resultados en las pruebas PISA. La CEPAL, ha propuesto el uso de este tipo de indicadores para estudiar, por ejemplo, los avances de América Latina en cuanto a la

participación de la región en la nueva economía digital, señalando que los países de América Latina vienen desarrollando marcos institucionales inclusivos orientados a la generación de incentivos a inversiones que faciliten la difusión de las ideas mediante el aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (CEPAL, 2013; Rovira & Stumpo, 2013; Sunkel, 2006). Este tipo de indicadores es introducido en este trabajo con el objeto de explorar su relación con los resultados PISA, una prueba de carácter internacional donde los contenidos evaluados están orientados a medir que saben y pueden hacer los estudiantes en la nueva economía global basada en el conocimiento.

La figura 3 presenta los dos indicadores propuestos. Ambos ayudan a precisar la posición que ocupan los países de América Latina en materia de participación en la sociedad global del conocimiento. El primero de ellos (ver sección (a)) evalúa la fortaleza del pilar innovación dentro del índice de competitividad global que elabora desde hace unos años el World Economic Forum, mientras que el segundo (ver sección (b)) mide el grado de conectividad en banda ancha, un indicador del potencial de afinidad de los países con la circulación internacional de ideas.

Figura Nº 3. Diferencias observadas entre países de América Latina en el ambiente innovador.



Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Foro Económico Mundial y la Unión Internacional en Telecomunicaciones.

La figura 3 (a) combina información acerca del ambiente institucional, leyes y regulaciones que potencian o frenan la capacidad de innovar de un país. Los valores del indicador se presentan en una escala que varía del 1 a 7, donde el 7 indica la mayor capacidad innovadora. Los valores de los 8 países de América Latina que se examinaron reflejan que las diferencias entre países no es muy acentuada. Costa Rica, Chile y Brasil, los países mejor posicionados presentan valores ligeramente superiores a la media mundial mientras que los tres con menor

desempeño (Uruguay, Argentina y Perú), sólo se encuentran ligeramente por debajo de la media mundial.

En la sección (b) de la figura 3 se destaca que las diferencias en conectividad observadas entre los países de América Latina son más amplias que las registradas para el pilar innovación. El ordenamiento de países resultó también distinto para cada indicador, Chile y Argentina presentan mayor desarrollo institucional y una cantidad de suscripciones a banda ancha fija muy superiores a la media regional mientras que Perú, Costa Rica y Colombia presentan una cantidad de conexiones hasta dos veces inferior a la media regional¹³⁶.

En conclusión, el análisis combinado de las figuras anteriores da cuenta de la existencia de diferentes ambientes institucionales que afectan el efecto país. Resulta de interés finalmente considerar si un ambiente institucional más ameno a la circulación de las ideas y el desarrollo de la innovación estimula un desempeño en PISA acorde a los requerimientos de la sociedad global del conocimiento. El trabajo se concentra en dos interrogantes importantes que este análisis descriptivo solo alcanzó a dilucidar: ¿Son las instituciones vinculadas al desarrollo, determinantes importantes para provocar un alineamiento creciente de los sistemas educativos nacionales con los requerimientos del mundo interconectado moderno? En caso afirmativo ¿Es posible identificar mediante qué vías se canaliza el efecto de dichas instituciones sobre el desempeño en PISA?

4. MODELO Y DATOS

4.1 Modelo conceptual

El modelo conceptual se apoya en la idea de que la función de bienestar de las familias valúa positivamente la calidad en la educación que reciben sus hijos. Las familias y la sociedad comparten esfuerzos por promover la calidad. Pero la interpretación de calidad puede diferir según que el contexto institucional resulte más o menos favorable a la identificación de la población con los objetivos de la sociedad global del conocimiento. En esta última, la educación de calidad se identifica como uno de los factores claves del crecimiento económico y del aumento del bienestar de una nación. Las pruebas PISA proporcionan un indicador útil de calidad educativa cuando lo que se procura indagar son los vínculos entre educación y desarrollo. La función de producción educativa establece una relación paramétrica entre los insumos y los resultados de un proceso educativo orientado a la calidad. Cuando se considera el papel de las instituciones entre los inputs relevantes para la obtención de buenos resultados estandarizados de carácter internacional, esta función permite examinar si los resultados que obtienen los estudiantes aparecen alineados con los requisitos educativos de la sociedad digital del Siglo XXI.

La relación entre inputs y outputs en educación es típicamente evaluada mediante la aplicación de modelos lineales jerárquicos. Los modelos de dos niveles permiten identificar

¹³⁶ Los datos considerados en este caso, se obtuvieron de la Union Internacional en Telecomunicaciones, en la tabla A.I.1 del anexo se hará una descripción más detallada de los mismos.

efectos independientes de las variables asociadas con los alumnos y sus familias por un lado, y con las escuelas por el otro. Modelos de este tipo fueron implementados en América Latina por Coseani, Picasso, & Gertel (2014) para Argentina, Montero et al. (2012) para Costa Rica y muchos otros autores que han realizado análisis similares para todos los países de la región¹³⁷.

En este estudio, se incorpora un tercer nivel de análisis, el nivel país, con el propósito de estudiar la cuantía y el signo de los coeficientes que acompañan a las variables del nivel 3. Específicamente, luego de controlar por los efectos asociados con los alumnos y sus escuelas, se exploran en el tercer nivel los efectos sobre el rendimiento de las dos variables críticas, indicadoras del grado de interdependencia de cada país que fueron introducidas más arriba, en la sección 3.2.

La ecuación de estimación a tres niveles utilizada en este trabajo surgió como extensión del procedimiento descrito en Brik et al (1986) y en Goldstein (1986) y examina efectos aleatorios en el intercepto de la ecuación.

Las ecuaciones (1), (2) y (3) siguientes resumen el modelo estimado.

El modelo no condicionado se resume en la ecuación (1)

$$Y_{ijk} = \beta_{000} + \delta_{00k} + \mu_{0jk} + e_{ijk} \quad (1)$$

En este modelo, β_{000} es la gran media del rendimiento de los alumnos en América Latina y el término de error global aparece descompuesto en: e_{ijk} (fuente de variación atribuida al nivel alumno, cuya distribución se supone $N(0, \sigma^2)$), μ_{0jk} (fuente de variación atribuida al nivel escuela, cuya distribución se supone $N(0, \tau_{00})$) y δ_{00k} (fuente de variación atribuida al nivel país, cuya distribución se supone $N(0, \omega_{00})$). Estos efectos aleatorios guardan independencia entre sí y representan la desviación de los rendimientos de la gran media en cada uno de los niveles de análisis.

La descomposición de la varianza se resume en la ecuación (2)

$$\text{Var}(Y_{ijk}) = \text{Var}(\delta_{00k} + \mu_{0jk} + e_{ijk}) = \omega_{00} + \tau_{00} + \sigma^2$$

De esta ecuación se puede calcular el coeficiente de correlación intraclase (CCI) como la proporción de la varianza de cada uno de los errores sobre la varianza total¹³⁸.

El modelo completo se resume en la ecuación (3)

$$Y_{ijk} = \beta_{000} + w_p W_k + \lambda_e Z_{jk} + \gamma_a X_{ijk} + \delta_{00k} + \mu_{0jk} + e_{ijk} \quad (3)$$

En donde, X_{ijk} es el vector de variables del nivel alumno; Z_{jk} es el vector de variables del nivel escuela; y W_k es el vector de variables del nivel país

¹³⁷ Véase Carvalho (2015), Cervini (2009), Ministerio de Educación de Chile (2014), Sicilia (2014), entre otros.

¹³⁸ A modo de ejemplo, siguiendo a Hox (2002), el coeficiente de correlación intra-clase de las escuelas se calcula de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{\tau_{00}}{\sigma^2 + \tau_{00} + \omega_{00}}$$

Las variables de interés que propone este trabajo son “Innovación” y “Banda Ancha”, incorporadas en W_k , dentro del nivel 3 de análisis de los determinantes de la variabilidad de desempeño educativo entre países. En ambos casos, se espera que el signo del coeficiente beta que acompaña a la variable sea positivo. Esto significa que los indicadores escogidos serán capaces de explicar una proporción significativa del desempeño educativo en PISA a través de una asociación positiva con los mismos. Es decir, mientras el índice de ambiente innovador alcance un valor más alto y mayor sea la cantidad de conexiones a banda ancha, mejores serán los resultados educativos y mejores aptitudes tendrá el país para insertarse en la sociedad global del conocimiento y alcanzar los estándares que fija la economía mundial.

4.2 Datos y metodología de la estimación

La cobertura del presente estudio comprende los países de América Latina que participaron en las pruebas PISA 2012. Se trata de un total de 8 países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Perú y Uruguay.

La muestra total de alumnos en Latinoamérica está compuesta por 90.799 observaciones y corresponde a la sumatoria de las muestras representativas que PISA produjo para cada uno de los 8 países considerados. A los fines de estimar el modelo de la ecuación (3) fue necesario eliminar 8.974 casos que no poseían información completa para el conjunto de las variables de interés. Los casos eliminados no alteraron de manera significativa la proporcionalidad de la muestra original. Para una descripción más exhaustiva de las características e implicancias de la eliminación de observaciones en la muestra, ver Anexo II.

Sin embargo, esta reducción del tamaño muestral significó que debieran re-escalarse los pesos originales. Para lo cual se aplicó el método recomendado en (Pfeffermann, 1998). Una vez obtenidos los pesos re-escalados se procedió a estimar el modelo para cada uno de los cinco valores plausibles reportados para el puntaje de cada alumno. Se utilizó con este propósito el módulo XtMixed disponible en el software estadístico STATA 12.0. Por último, tal como es recomendado en los manuales operativos de PISA, se procedió a promediar los coeficientes BETA resultantes de la estimación para cada uno de los 5 valores plausibles. Los errores estándar se calcularon de acuerdo a la fórmula que combina la varianza muestral y la varianza de imputación para obtener estimadores insesgados y consistentes (OECD, 2003).

La robustez del modelo fue comprobada aplicando el test de ratio de potencia del módulo XtMixed de STATA¹³⁹. Dicho test permitió comprobar que el modelo con interceptos aleatorios ofrece en este caso una mejora significativa respecto a una regresión con intercepto fijo.

La información para el modelo empírico se construyó tomando los datos relevantes de la base proporcionada por el equipo de PISA 2012. Además del dato correspondiente al puntaje obtenido por cada individuo participante en la prueba de matemática (variable dependiente)

¹³⁹ El test de ratio de potencias que fue aplicado, proporciona una comparación entre el modelo multinivel estimado y una regresión estándar y permite contrastar la hipótesis de que todos los parámetros de efectos aleatorios estimados son iguales a cero (Gutierrez, Carter, & Drukker, 2001). En este caso, la hipótesis nula fue rechazada. Para una mayor discusión acerca de la interpretación de este test de robustez del modelo y de sus limitaciones ver Stram & Lee (1994).

se tomó información sobre características personales de los alumnos, sus familias y el establecimiento escolar al cual asiste. Las variables incorporadas en el modelo estimado son: (i) Género, Repitió, HISEI, PARED y HOMEPOS, para el nivel alumno y (ii) SCHTYPE, SCMATBUI, STUDCLIM, SCHAUTON, para el nivel escuela¹⁴⁰. Los datos necesarios para construir las variables del nivel 3 no aparecen en las bases de PISA y fueron obtenidas de fuentes diversas.

Aun cuando en el conjunto de resultados de las pruebas PISA, estos 8 países, aparecen ubicados muy cerca entre sí, concentrados entre los más bajos niveles de rendimiento, las diferencias encontradas resultaron suficientemente importantes como para lograr una estimación adecuada del modelo de 3 niveles. Así mismo, los países se diferenciaron de manera apreciable en las medidas de empresariedad y de acceso a la circulación de las ideas utilizadas en el nivel 3 de modelo estimado (ver sección 3).

Las variables incorporadas en el nivel 3 resultaron seleccionadas luego de experimentar con diferentes indicadores sugeridos en la literatura para capturar diferentes efectos atribuibles al desarrollo institucional, tales como el grado de apertura comercial, competitividad de la economía o conectividad, sugeridos en la literatura sobre instituciones y crecimiento económico de largo plazo.

Como expresión de apoyo institucional a la circulación de las ideas se adoptó un indicador de acceso a banda ancha producido por la Unión Internacional de Comunicaciones. El mismo es utilizado para capturar el efecto del nivel de desarrollo en conectividad, facilitadora de la circulación de las ideas. Por otra parte, el estímulo a la empresariedad surge de un conjunto de medidas institucionales difíciles de resumir en un único indicador. Para capturar este efecto se adoptó un indicador de ambiente innovador desarrollado como parte del Índice de Competitividad calculado por el World Economic Forum (World Economic Forum, 2006)¹⁴¹.

La bibliografía especializada¹⁴² aconseja que el número de variables a incorporar en el nivel 3 no sea muy grande por las dificultades que acarrea para estimar el modelo (Pande & Udry,

¹⁴⁰ Para una definición más exhaustiva de las variables incorporadas véase la Tabla A.I.1 del Anexo. No se incorporaron otras variables con potencial explicativo por registrar bajo nivel de respuesta en los formularios de PISA. Tal es el caso de las variables referidas a la percepción del alumno con respecto a sus profesores y al clima disciplinario de la escuela, como así también las referidas a la estructura familiar del mismo y a la cantidad de alumnos por aula.

¹⁴¹ Para una definición más exhaustiva de las variables incorporadas en el nivel 3 véase la Tabla A.I.1 del Anexo.

¹⁴² La literatura sobre HLM plantea distintos problemas relacionados con la cantidad de observaciones independientes en modelos de dos niveles. Brown & Draper (2000) hallaron que, para el análisis de efectos fijos, incrementar la muestra en el nivel 2 tiene un impacto más significativo en la potencia del estimador que haciéndolo en el nivel 1. Hox (2002) concluyó que con muestras de entre 30 y 50 grupos en el nivel 2, los errores estándar de los componentes de la varianza estimados son demasiados pequeños, lo cual lleva a una sobreestimación del poder de la prueba, y por lo tanto a una subestimación del tamaño muestral. Maas & Hox (2005), por su parte, encontraron que la estimación de parámetros está sesgada cuando la muestra en el nivel 2 es menor a 30 y el CCI se encuentra en un rango de 0.10 a 0.30. Estudios más recientes estiman en modelos de dos niveles la confianza de los efectos de características a nivel país (medidas a través de variables macro) sobre resultados a nivel individual. Stegmueller (2013) concluye que en un modelo de dos niveles con efectos fijos, y utilizando el método de máxima verosimilitud, las estimaciones están sesgadas hacia arriba (los intervalos de confianza son entre un 5% y un 15% más estrechos), cuando el número de países incorporados es menor a 20. Por su parte, Bryan & Jenkins (2013), demuestran que con 10 países o menos, las estimaciones de los parámetros y de sus errores estándar son imprecisas, con una subestimación sustancial de las varianzas de los efectos aleatorios a nivel país y una tasa excesiva de no cobertura tanto para los modelos que incorporan

2005). Sin embargo, estos mismos autores observan que no es posible establecer reglas claras dado que los efectos institucionales se expresan de manera compleja y limitar el número de indicadores hace que el tratamiento de los efectos institucionales resulte un tanto rudimentaria y solo deba ser interpretada como una aproximación del efecto de las instituciones sobre la variable objetivo.

Para detectar la posible causalidad de las variables institucionales en los resultados de PISA, las variables seleccionadas “Innovación” y “Banda Ancha”, fueron incorporadas con valores rezagados, correspondientes al año 2006-2007. En esos años, los alumnos que rindieron las pruebas PISA aún se encontraban cursando sus estudios primarios y sus familias estaban tomando decisiones para seleccionar una escuela secundaria para sus hijos. Este razonamiento retoma la idea clásica acerca de la importancia de considerar las líneas de causalidad que van desde el desarrollo económico a la calidad educativa mencionada en la sección 2.2.

5. RESULTADOS

La estimación de las ecuaciones (1), (2) y (3) arrojaron los resultados que se indican a continuación. La tabla 1 indica la varianza total de los puntajes y su descomposición por nivel jerárquico (Columna 2), también incluye en la columna siguiente los valores obtenidos para el coeficiente Rho que indica la proporción de la varianza explicada por cada nivel. La columna final de la derecha, indica la desviación estándar entre alumnos (dentro de las escuelas), entre escuelas y entre países calculadas en base a la ecuación (1) y (2). La tabla 2, incluye los resultados de la estimación del modelo completo, correspondientes al análisis de las unidades del nivel 3, mientras que los resultados totales del modelo completo se pueden consultar en la Tabla A.IV.1 anexa.

5.1 Descomposición de la varianza en el modelo no condicionado

La Tabla 1 siguiente resume la descomposición de la varianza que se obtiene al estimar el modelo no condicionado para el total de 81.825 alumnos de la región que fueron incluidos en la estimación de las ecuaciones (1) y (2).

Tabla 1. Estimación de la varianza de las observaciones en el modelo vacío y su descomposición en cada uno de los niveles de anidamiento.

| Nivel jerárquico | Varianza de los puntajes por nivel jerárquico | Rho | Desviación estándar de las observaciones |
|------------------|---|-------|--|
| País | 514.2 | 8.6% | 22.6 |
| Escuela | 2495.7 | 41.6% | 49.9 |
| Alumno | 2982.2 | 49.8% | 54.6 |
| Total | 5992.1 | 100% | 127.1 |

Fuente: elaboración propia en base a los datos de PISA 2012.

efectos fijos como aquellos que incorporan efectos aleatorios. No resultó posible identificar estudios similares en modelos de tres niveles.

La estimación de la ecuación (1) arrojó un puntaje medio de 396.3 ($\beta_{000} = 396.3$). Ver tabla A.IV.1 del anexo. Mientras que los resultados de la estimación de la ecuación (2) que se presentan en la tabla 1 informan que el nivel alumno explica la mitad de la variabilidad total. La variabilidad entre escuelas resultó algo menor, explica alrededor de 42%, y finalmente la variabilidad entre países, explica el 8.6% de la variabilidad total. La importancia relativa que asume la variabilidad entre países de América Latina dentro de la descomposición total resultó similar a la reportada en el estudio pionero de Willms, quien utilizó los datos globales de PISA 2000 para identificar el “efecto país” (Willms, 2006). Estos resultados reafirman la importancia de incluir el efecto país como efecto independiente entre los determinantes del rendimiento escolar de los alumnos que participaron de las pruebas de matemática PISA 2012, en este caso dentro de América Latina.

5.2 Resultados del modelo condicionado

La tabla 2 indica los valores de los coeficientes correspondientes a las variables del nivel 3 resultantes de estimar el modelo completo de la ecuación 3¹⁴³. Recordando que el nivel 3 captura el efecto de la interdependencia de las naciones con la sociedad global del conocimiento, se concluye que existe una correlación positiva entre las variables seleccionadas para indicar un incremento del alineamiento (BANDA ANCHA, INNOVACIÓN) y mejores resultados de PISA. Los coeficientes estimados para las variables de interés arrojaron el signo positivo esperado y resultaron estadísticamente significativos a un nivel del 90% de confianza.

Tabla Nº 2. Resultados de la regresión multinivel correspondientes al nivel país.

| VARIABLES | Coefficientes | Errores Estándar |
|-----------------------------|---------------|------------------|
| VARIABLES nivel país | | |
| BANDA ANCHA | 1.350* | 0.819 |
| INNOVACIÓN | 2.308* | 1.217 |

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

Número de observaciones: 81.825, número de escuelas: 3.636, número de países 8.

Fuente: elaboración en propia en base a los datos PISA 2012.

El efecto positivo del predictor que representa la circulación de las ideas, confirma que los individuos que se encuentran en países en donde el acceso al conocimiento a través del uso de la web se ve facilitado por una mejor infraestructura de redes de banda ancha, tienen mayor probabilidad de desempeñarse mejor en las pruebas PISA de matemáticas que aquéllos que habitan en países en donde la infraestructura está menos desarrollada. Esto nos indica que la brecha digital entre países posee implicancias sociales, en este caso, ejemplificadas a través del desempeño educativo de los alumnos del nivel medio en PISA.

Al mismo tiempo la variable predictora que refleja la dimensión de la innovación también confirma la hipótesis inicial de que en aquellos países donde se estimula la aplicación de ideas innovadoras a productos o procesos, donde la calidad de las instituciones de investigación es buena, y donde además existe una mejor articulación entre estas instituciones y la industria

¹⁴³ Los resultados que se surgen de estimar el modelo completo son expuestos en la tabla anexa A.IV.1

(circulación de ideas y competitividad), los incentivos a tener un mejor desempeño en el aprendizaje es mayor. Dado que ambos efectos se midieron en la misma escala, se desprende que el efecto sobre el promedio de los resultados por país, para la variable INNOVACIÓN es aproximadamente dos veces mayor que el efecto atribuible a la variable BANDA ANCHA. Evaluados estos efectos en el punto medio de la escala del índice de innovación y en el valor correspondiente al número medio de clientes de banda ancha en la región surge que, en términos de puntos PISA, su contribución tiene el signo esperado aun cuando el impacto resultante resultó modesto. Una estimación numérica de este efecto, realizada sólo con propósitos ilustrativos, indicó que una mejora en la media de estos indicadores de alrededor de 20% por año podría contribuir a mejorar los aprendizajes en algo menos de 4 puntos PISA, el equivalente a recibir alrededor de un décimo de año lectivo adicional en contenidos relevantes en los exámenes PISA.

Finalmente, el cálculo adicional del pseudo R^2 determinó que los predictores escogidos para este nivel logran explicar en conjunto un 64% de la variabilidad de puntajes entre países¹⁴⁴. Esta alta proporción de varianza explicada por la inclusión del efecto país” confirmó la importancia conjunta que ambas variables demostraron tener en la explicación de las diferencias promedio de notas PISA entre países de América Latina.

6. CONCLUSIONES

El artículo examinó el efecto independiente asociado con la inclusión de dos indicadores de calidad institucional sobre los resultados de las pruebas PISA 2012 de matemáticas obtenidos por estudiantes de los 8 países de América Latina que participaron de las mismas. Este efecto no había sido estudiado en trabajos anteriores. Los indicadores que resultaron seleccionados con este propósito fueron Banda Ancha, como expresión de la contribución de las instituciones a la circulación de las ideas e Innovación, como expresión de la contribución de las instituciones al fortalecimiento del espíritu innovador en la producción y la educación de calidad. Una limitación importante resultó del escaso número de países de América Latina que participaron de la ronda 2012 de PISA. Esto afectó la potencia de las estimaciones. Los valores de los estadísticos estimados mostraron el signo esperado y resultaron significativos al 10 %. Los resultados asumen finalmente un carácter preliminar, donde pudo confirmarse la importancia de continuar estudiando el efecto positivo encontrado, donde contar con instituciones alineadas con la sociedad global del conocimiento, parece generar mejores resultados en las pruebas PISA, al menos cuando se examinan las pruebas de matemática.

BIBLIOGRAFÍA

Acemoglu, D., Robinson, J. A., & Johnson, S. (2001). The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation. *The American Economic Review* (5), 1369-1401.

¹⁴⁴ Para el cálculo de este pseudo R^2 se utilizó la siguiente fórmula: $\frac{\sigma^2(\text{vacío}) - \sigma^2(\text{actual})}{\sigma^2(\text{vacío})}$ (ver Kreft & de Leeuw, 1998; Hox, 2002).

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Benavot, A., & Meyer, H.-D. (2013). *Pisa, Power and Policy: the emergence of global educational governance*. Oxford, Symposium Books.
- Blaug, M. (1970). *An introduction to the economics of education*. London: Penguin Books.
- Bos, M. S., Ganimian, A., & Emiliana, V. (2013). *América Latina en PISA 2012: ¿Cómo le fue a la región?* Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bowman, M. J., & Anderson, A. (1970). Concerning the role of education in development. En M. J. Bowman, M. Debeauvais, V. E. Komarov, & J. Vaizey, *Readings in the Economics of Education*.
- Brik, A., Raudenbusch, S. W., Seltzer, M., & Congdon, R. T. (1986). *An introduction to HLM: Computer program and user's guide*. Chicago: University of Chicago.
- Brown, W. J., & Daper, D. (2000). Implementation and performance issues in the Bayesian and likelihood fitting of multilevel models. *Computational Statistics*, 391-420.
- Bryan, M. L., & Jenkins, S. P. (2013). *Regression analysis of country effects using multilevel data: A cautionary tale*. Institute for Social & Economic Research.
- Carvalho, R. D. (2015). *Um estudo comparativo sobre educação matemática entre Brasil e Japão*. São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de educação.
- CEPAL. (2015). *La nueva revolución digital*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- CEPAL. (2013). *Economía digital para el cambio estructural y la igualdad*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cervini, R. (2009). Comparando la inequidad en los logros escolares de la educación primaria y secundaria en Argentina: un estudio multinivel. *REICE*, 7 (1), 5-21.
- Checchi, D. (2006). *The Economics of Education. Human Capital, Family Background and Inequality*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Gelman, A., & Hill, J. (2007). *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Londres: Cambridge University Press.
- Goldstein, H. (1986). Multilevel mixed linear model analysis using iterative generalized least squares. *Biometrika*, 43-76.
- Gutierrez, R. G., Carter, S., & Drukker, D. M. (2001). On boundary-value likelihood-ratio tests. *Stata Technical Bulletin Reprints*, 10, 269-273.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2007). *The role of education quality for economic growth*. Policy Research Working Paper Series 4122, The World Bank.
- Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2015). *The Knowledge Capital of Nations: Education and the Economics of Growth*. Cambridge: MIT Press.
- Hox, J. (2002). *Multilevel Analysis: Techniques and Applications*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kreft, I., & De Leeuw, J. (1998). *Introducing Multilevel Modeling*. London: SAGE Publications Ltd.
- Maas, C. J., & Hox, J. J. (2005). Sufficient sample sizes for multilevel modeling. *Methodology: European Journal of Research Methods for the Behavioral & Social Sciences*, 85-91.
- Mankiw, G. N., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to The Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 407-437.
- Ministerio de Educación de Chile. (2014). *Informe Nacional Resultados Chile PISA 2012*. Santiago de Chile: Agencia de Calidad de la Educación.

- Montero, E., Rojas, S., Zamora, E., & Rodino, A. M. (2012). Costa Rica en las pruebas PISA 2009 de Competencia Lectora y Alfabetización Matemática. San José: Consejo Nacional de Rectores.
- North, D. C. (1981). *Structure and Change in Economic History*. New York: Norton & Co.
- OECD. (2003). PISA 2003. Manual de análisis de datos. Usuarios SPSS. Organización para la cooperación y el desarrollo económicos.
- OECD. (2010). PISA 2009 Results: Learning to Learn – Student Engagement, Strategies and Practices (Vol. III).
- OECD. (2012). *Public and Private Schools: How management and funding relate to their socio-economic profile*. OECD Publishing.
- OECD. (2014). PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science. OECD Publishing.
- Pande, R., & Udry, C. (2005). *Institutions and Development: A View from Below*. En R. Blundell, W. Newey, & T. Persson, *The Proceedings of the 9th World Congress of the Econometric Society* (págs. 349-403). Cambridge University Press.
- Partnership para la medición de las TIC. (2005). *Indicadores clave de las tecnologías de la información y de las comunicaciones*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Pereyra, Kotthof, & Cowen. (2011). PISA as a political instrument: One history behind the formulating of the PISA Programme. 17-33.
- Pfeffermann, D. (1998). Weighting for Unequal Selection Probabilities in Multilevel Models. *Journal of the Royal Statistic Society*, 23-40.
- Picasso, S., Coseani, G., & Gertel, H. (Noviembre de 2014). El misterio del efecto de las técnicas de enseñanza sobre el desempeño de los estudiantes argentinos en las pruebas de matemáticas PISA 2012. *Anales Asociación Argentina de Economía Política*.
- Rivas, A. (2015). *América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000 - 2015)* (Primera edición ed.). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación CIPPEC.
- Rovira, S., & Stumpo, G. (2013). *Entre mitos y realidades. TIC, políticas públicas y desarrollo*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Sahlberg, P. (2006). Education Reform for Raising Economic Competitiveness. *Journal of Education Change*, 7 (4), 259-287.
- Schutz, G., West, M. R., & Woessman, L. (s.f.). *School Accountability, Autonomy, Choice, and the Equity of Student Achievement: International Evidence from PSIA 2003*.
- Scott, D., Posner, C., Martin, C., & Guzman, E. (2015). *Interventions in Education System: Reform and Development*. London: Bloomsbury.
- Sicilia, G. (2014). Educational Efficiency Drivers in Uruguay: Evidence from PISA 2012. *Páginas de Educación (Online)*, 7 (1), 60-87.
- Stegmueller, D. (2013). How many countries for multilevel modeling? A comparison of Frequentist and Bayesian approaches. *American Journal of Political Science*.
- Stram, D. O., & Lee, J. W. (s.f.). *Variance Components Testing in the Longitudinal Mixed Effects Model*.
- Sunkel, G. (2006). *Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación en América Latina. Una exploración de indicadores*. CEPAL, División de Desarrollo Social, Santiago de Chile.
- Willms, D. J. (2006). *Learning Divides: Ten Policy Questions About The Performance*. Montreal: UNESCO Institute Of Estatictic.
- World Economic Forum. (2006). *The Global Competitiveness Report 2006-2007*. New York: Palgrave MacMillan.

ANEXO I

Tabla A.I.1 Descripción de las variables utilizadas

| Etiqueta | Variable | Signo esperado | Significado |
|---------------------------------|--|----------------|---|
| PViMATH, en donde i va de 1 a 5 | Valores plausibles en matemática | | Números aleatorios extraídos de una distribución de puntajes en matemática que pueden ser asignados razonablemente a cada individuo. |
| Nivel alumno | | | |
| GÉNERO | Género | (-) | Variable dummy que asume el valor 0 si el niño es de sexo masculino, y 1 en caso de que sea de sexo femenino. |
| REPITIÓ | Repetió de grado | (-) | Variable dummy que asume el valor 0 si el estudiante no repitió de grado y 1 en caso de que sí lo haya hecho. |
| PARED | Nivel educativo de los padres | (+) | Nivel educativo más alto alcanzado por los padres convertido en número de años de escolaridad de cada uno. |
| HISEI | Índice del status ocupacional más alto de los padres | (+) | Índice del estado ocupacional más alto de los padres. Valores más altos en el mismo indican un mayor nivel ocupacional del padre o la madre. Re-escalado en un rango 0/100 y centrado en la media de América Latina. |
| HOMEPOS | Posesiones del hogar | (+) | Índice que resume los ítems de los índices WEALTH, CULTPOSS y HEDRES. La variable fue re-escalada en un rango 0/100 y centrada respecto a la media muestral de América Latina. (PISA 2012 Results, p 136) |
| Nivel escuela | | | |
| SCHTYPE | Tipo de gestión de la escuela | (+) | Variable dummy que asume el valor 1 si la gestión de la escuela es privada y 0 en caso de que sea pública. |
| SCHAUTON | Autonomía de la escuela | (+) | Índice derivado de la respuesta de los directores de la escuela acerca de los principales responsables de diferentes tipos de decisiones en relación al manejo de la misma. Re-escalado en un rango 0/100 (de menor a mayor autonomía) y centrado en la media de América Latina. |
| SCMATBUI | Infraestructura física | (+) | Índice derivado de 3 medidas de percepción de los directores (SC14): falta de i) infraestructura, terrenos; ii) los sistemas de calefacción / refrigeración y la iluminación; y iii) espacio educativo. Re-escalado en un rango 0/100 y centrado en la media de América Latina. Dado que todos los elementos fueron invertidos para escalar, valores más altos del índice indican una mayor calidad de infraestructura (PISA 2012 Results, p 141) |
| STUDCLIM | Comportamiento de los estudiantes | (+) | Índice de los factores relacionados con los elementos que afectan el clima escolar: i) el absentismo escolar de los estudiantes; ii) los estudiantes se saltean las clases; iii) tardanza de los alumnos en arribar a la escuela; iv) falta de los mismos hacia los maestros; v) interrupción de las clases por parte de ellos; vi) estudiantes intimidan a otros compañeros. Dado que todos los elementos fueron invertidos para escalar, valores más altos del índice indican un comportamiento positivo de los estudiantes. La variable fue re-escalada en un rango 0/100 y centrada para el alumno promedio de la muestra para el país (PISA 2012 Results, p 141). |
| Nivel país | | | |
| INNOVACIÓN | Índice de innovación | (+) | Se trata del pilar "Innovación" que conforma el Índice de Competitividad Global (GCI) elaborado por el Foro Económico Mundial (WEF) en los períodos 2006-2007. Es uno de los 12 pilares sobre los cuales se construye el índice y se consideró que otorga una caracterización adecuada de las habilidades que competen a las organizaciones en cada uno de los países y que son determinantes de su competitividad a nivel mundial. Para medir este concepto, el WEF utiliza datos obtenidos de agencias reconocidas a nivel internacional tales como la UNESCO, el FMI, la OMS, entre otras; además de utilizar los datos provenientes de la "Executive Opinion Survey" (encuesta anual a cargo del WEF). La variable fue re-escalada en un rango 0/100. |
| BANDA ANCHA | Acceso a banda ancha | (+) | Surge de una encuesta de uso de las ITC del año 2007. La banda ancha puede definirse como el conjunto de tecnologías que ofrecen velocidades mínimas de 256 kbit/s. El número de abonados por banda ancha se refiere al número de cuentas activas de Internet registradas, incluidas todas las tecnologías de banda ancha de línea fija. La fuente de estos datos es la Unión Internacional para las Telecomunicaciones. La variable fue re-escalada en un rango 0/100 (Partnership para la medición de las TIC, 2005). |

Tabla A.I.2 Estadísticas de las variables utilizadas. Promedio de ocho países de América Latina ⁽¹⁾

| | Media | Desv. Estánd. | Min | Max |
|---------------------------------|----------|---------------|-------|-------|
| Variable dependiente | | | | |
| PV1MATH ⁽²⁾ | 396.9 | 78.5 | 103.1 | 749.0 |
| PV2MATH | 396.9 | 78.4 | 107.0 | 755.8 |
| PV3MATH | 397.0 | 78.4 | 103.0 | 749.7 |
| PV4MATH | 397.0 | 78.4 | 70.5 | 808.2 |
| PV5MATH | 396.9 | 78.3 | 76.2 | 782.5 |
| Variables independientes | | | | |
| Nivel Alumno | | | | |
| HISEI | 37.95981 | 27.89862 | 0 | 100 |
| HOMEPOS | 52.57984 | 10.60185 | 0 | 100 |
| PARED | 56.4028 | 30.1041 | 0 | 100 |
| STUDCLIM | 56.20223 | 16.68896 | 0 | 100 |
| GÉNERO (Femenino=1) (%) | 51.93824 | 0.4996242 | 0 | 1 |
| REPITIÓ (Repitió=1) (%) | 30.04699 | 0.4584624 | 0 | 1 |
| Nivel Escuela | | | | |
| SCMATBUI | 57.66116 | 28.10565 | 0 | 100 |
| SCHAUTON | 52.29299 | 22.76315 | 0 | 100 |
| SCHTYPE (Privada=1) (%) | 19.82616 | 0.3986903 | 0 | 1 |
| Nivel País | | | | |
| BANDA ANCHA | 36.58746 | 25.05033 | 0 | 100 |
| INNOVACIÓN | 59.46356 | 26.48733 | 0 | 100 |

Nota: ⁽¹⁾PV implica valor plausible. PISA calcula 5 valores plausibles de puntaje de cada alumno observado.

⁽²⁾Para una descripción de las variables independientes, véase Tabla A1.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PISA 2012.

Tabla A.I.3 Matriz de correlación de las variables predictoras – PISA 2012

| | Género | Repitió | Hisei | Homepos | Pared | Schtype | Schauton | Scmatbui | Studclim | Banda ancha | Innovación |
|-------------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-------------|------------|
| GÉNERO | 1.000 | | | | | | | | | | |
| REPITIÓ | -0.0839 | 1.000 | | | | | | | | | |
| HISEI | -0.0322 | -0.1482 | 1.000 | | | | | | | | |
| HOMEPOS | -0.0280 | -0.1313 | 0.5005 | 1.000 | | | | | | | |
| PARED | -0.0512 | -0.1586 | 0.5809 | 0.5050 | 1.000 | | | | | | |
| SCHTYPE | -0.0002 | -0.1326 | 0.3451 | 0.4167 | 0.3359 | 1.000 | | | | | |
| SCHAUTON | -0.0018 | -0.1211 | 0.2980 | 0.3531 | 0.2888 | 0.7344 | 1.000 | | | | |
| SCMATBUI | 0.0003 | -0.1425 | 0.2242 | 0.2621 | 0.2198 | 0.4321 | 0.3508 | 1.000 | | | |
| STUDCLIM | 0.0009 | -0.1709 | 0.1788 | 0.1871 | 0.1842 | 0.3830 | 0.2885 | 0.3639 | 1.000 | | |
| BANDA ANCHA | -0.0030 | -0.0369 | 0.0946 | 0.2196 | 0.1202 | 0.2942 | 0.1606 | 0.1379 | 0.1397 | 1.000 | |
| INNOVACIÓN | 0.0045 | 0.0471 | 0.0716 | 0.0329 | -0.0365 | 0.0519 | 0.0531 | -0.0130 | -0.1826 | 0.1577 | 1.000 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PISA 2012.

ANEXO II

Valores perdidos

Respecto a los niveles alumno y escuela, se analizaron los valores perdidos en las variables escogidas, eliminando los individuos observados a los cuales les corresponde estos valores. Las implicancias de tener que eliminar una gran cantidad de estas observaciones son dos: por un lado se pueden generar desbalances en las muestras de los países perdiendo la representatividad de la población subyacente; por otro lado, estos valores pueden sesgar los resultados obtenidos si las pérdidas se acumulan en alguna de las colas de la distribución de alguna variable que haga referencia a la cantidad de ingresos o al nivel socioeconómico, es decir, no se distribuyen de manera aleatoria sino que la distribución obedece a algún factor en particular como por ejemplo que los alumnos de menores recursos se nieguen a responder a preguntas que hagan referencia a su nivel de ingreso. Dado que se ha comprobado que existe una relación directa entre las notas y el nivel socioeconómico de los alumnos y las escuelas, los estimadores pueden estar sesgados hacia arriba (abajo) si nos encontramos con muchos valores perdidos en la cola inferior (superior) de los indicadores socioeconómicos. PISA recomienda frente a este tipo de situaciones es la de evitar una pérdida mayor al 10% de la cantidad de observaciones de la muestra (OECD, 2003).

Valores perdidos por países: Argentina: 1502 (5908) – se pierde el 25.4% de la muestra; Chile: 805 (6856) – se pierde el 11.74% de la muestra; Brasil: 2352 (19204) – se pierde el 12.45% de la muestra; México: 2182 (33806) – se pierde el 6.45% de la muestra; Uruguay: 405 (5315) – se pierde el 7.61% de la muestra; Colombia: 788 (9073) – se pierde el 8.68% de la muestra; Perú: 433 (6035) – se pierde el 7.17% de la muestra.; Costa Rica: 507 (4602) – se pierde el 11.01% de la muestra.

Como se puede observar, los países que superan el 10% de valores perdidos son Argentina, Brasil y Chile; siendo el caso argentino de una gravedad importante, con una proporción perdida que supera ampliamente el 10% sugerido. Las variables con mayor cantidad de valores perdidos en Argentina son STUDCLIM (comportamiento de los estudiantes) y HISEI (mayor estatus de ocupación de alcanzado por los padres). Frente a esto, se descartó la utilización de métodos de imputación de datos y se procedió a corroborar si se distribuían de forma aleatoria o se encontraban sesgados a algunas de las colas de la distribución. Un método simple de observar este sesgo es calculando la diferencia entre los promedios de las notas con y sin los valores perdidos. Para el caso de Argentina, Brasil y Chile, esta diferencia es de aproximadamente 5 puntos, lo cual implica un pequeño sesgo hacia arriba del desempeño en matemáticas de los alumnos en estos países.

ANEXO III

Tabla A.III.1 Puntaje mínimo requerido, distribución de los estudiantes y descripción resumida de los seis niveles de competencia de Matemática PISA 2012.

| Nivel | Puntaje mínimo | % de estudiantes en ese nivel o encima (promedio OCDE) | Qué pueden hacer típicamente los estudiantes |
|--------------------|----------------|--|---|
| Debajo del nivel 1 | 0 | 100% | En este nivel se ubican aquellos alumnos que no alcanzan los 358 puntos en su desempeño en Matemáticas. |
| 1 | 358 | 92% | Los estudiantes pueden responder preguntas que involucran contextos familiares en donde toda información relevante es presentada y las preguntas están claramente definidas. Son capaces de identificar información y llevar adelante procedimientos de rutina acorde a instrucciones directas en situaciones explicitadas. Pueden realizar acciones que son casi siempre obvias y seguidas a partir de un estímulo dado. |
| 2 | 420 | 77% | Los estudiantes pueden interpretar y reconocer situaciones en contextos que requieren de inferencia directa. Pueden extraer información relevante de una sola fuente y representarla de un único modo. Pueden emplear algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones básicas para resolver problemas que involucran números enteros. Son capaces de hacer interpretaciones literales de los resultados. |
| 3 | 482 | 54.5% | Los estudiantes pueden ejecutar procedimientos claramente descritos, incluyendo los que requieren decisiones secuenciales. Sus interpretaciones son suficientemente sólida para ser utilizadas como base para la construcción de un modelo simple o para seleccionar y aplicar solución sencillas a problemas de estrategias. Pueden interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información y razonar directamente a partir de ellas. Por lo general muestran cierta capacidad para manejar porcentajes, fracciones y números decimales, y trabajar con relaciones proporcionales. Sus soluciones reflejan que han participado en interpretaciones básicas y razonadamente. |
| 4 | 545 | 30.8% | Los estudiantes pueden trabajar eficazmente con modelos explícitos para situaciones concretas y complejas que pueden involucrar restricciones o supuestos. Ellos pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo simbólicas, vinculándolas directamente a las situaciones del mundo real. Pueden utilizar sus limitadas habilidades y pueden razonar intuitivamente en contextos sencillos. Pueden construir y comunicar explicaciones y argumentos basados en sus interpretaciones, argumentos y acciones. |
| 5 | 607 | 12.6% | Los estudiantes pueden desarrollar y trabajar con modelos de situaciones complejas, identificar las restricciones y especificar los supuestos. Pueden seleccionar, comparar y evaluar las estrategias de resolución de problemas apropiados para hacer frente a problemas complejos en relación con estos modelos. Pueden trabajar estratégicamente utilizando amplios pensamiento y razonamientos bien desarrollados, apropiadas representaciones, con caracterizaciones simbólicas y formales, y con conocimientos relacionados con estas situaciones. Ellos comienzan a reflexionar sobre su trabajo y pueden formular y comunicar su interpretaciones y razonamientos |
| 6 | 669 | 3.3% | Los estudiantes pueden conceptualizar, generalizar y utilizar información basada en sus investigaciones y la modelización de situaciones de problemas complejos, y puede utilizar su conocimiento en contextos relativamente no estándares. Pueden vincular información de diferentes fuentes y representaciones y con flexibilidad trasladarlo entre ellos. Son capaces de pensamiento matemático y razonamientos avanzados. Estos alumnos pueden aplicar este conocimiento y comprensión (además de las simbólicas y formales operaciones matemáticas y relaciones), para desarrollar nuevos enfoques y estrategias para enfrentar situaciones nuevas. Pueden reflexionar sobre sus acciones, y pueden formularlas y comunicarlas con precisión en cuanto a sus resultados, interpretaciones, argumentos, y la adecuación de éstos a la situación original. |

Fuente: elaboración propia sobre la base de "PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do" (OECD, 2012).

ANEXO IV

Tabla A.IV.1 Resultados de la regresión multinivel para las pruebas PISA 2012 en matemáticas.

| VARIABLES | MCO | Modelo Vacío | Modelo nivel 1 | Modelo niveles 1 y 2 | Modelo Completo |
|--------------------------------|------------|--------------|----------------|----------------------|-----------------|
| Intercepto | 244.049*** | 396.292*** | 390.945*** | 336.372*** | 234.898*** |
| | (4.515) | (8.093) | (6.984) | (7.152) | (42.571) |
| Variables nivel alumno | | | | | |
| Género [Femenino=1] | -21.859*** | | -22.324*** | -22.356*** | -23.199*** |
| | (0.677) | | (0.376) | (0.375) | (0.375) |
| Repitió [Repitió=1] | -55.617*** | | -41.298*** | -41.019*** | -39.344*** |
| | (0.761) | | (0.504) | (0.503) | (0.979) |
| HISEI | 0.347*** | | 0.212*** | 0.203*** | 0.196*** |
| | (0.015) | | (0.008) | (0.008) | (0.021) |
| PARED | 0.160*** | | 0.091*** | 0.086*** | 0.057*** |
| | (0.015) | | (0.009) | (0.009) | (0.010) |
| HOMEPOS | 0.980*** | | 0.340* | 0.306* | 0.210** |
| | (0.040) | | (0.023) | (0.023) | (0.092) |
| Variables nivel escuela | | | | | |
| SCHTYPE [Privada=1] | 16.701*** | | | 15.431 | 16.228 |
| | (1.316) | | | (2.520) | (2.521) |
| SCHAUTON | 0.123*** | | | 0.322*** | 0.327*** |
| | (0.021) | | | (0.040) | (0.049) |
| SCMATBUI | 0.146*** | | | 0.248*** | 0.269*** |
| | (0.013) | | | (0.025) | (0.022) |
| STUDCLIM | 0.365*** | | | 0.373*** | 0.341*** |
| | (0.024) | | | (0.042) | (0.083) |
| Variables nivel país | | | | | |
| BANDA ANCHA | 0.675*** | | | | 1.350* |
| | (0.097) | | | | (0.819) |
| INNOVACIÓN | 1.638*** | | | | 2.308* |
| | (0.094) | | | | (1.217) |

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

Número de observaciones: 81.825

Número de escuelas: 3.636

Número de países: 8

Fuente: elaboración en propia en base a los datos PISA 2012.

