



El efecto de las TIC en el desempeño educativo: el análisis de la comprensión lectora*

Recibido: 12 de marzo de 2020 • Aprobado: 11 de mayo de 2020

<https://doi.org/10.22395/seec.v23n54a9>

María Marta Formichella**
María Verónica Alderete***

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) sobre los resultados educativos. Para ello, se estima un modelo econométrico de panel de datos con efectos fijos ajustado por heterocedasticidad para una muestra de 52 países participantes del Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA). Se plantea la hipótesis de que las TIC inciden positivamente en el desempeño educativo y los resultados hallados la verifican. Se observa que las TIC vinculadas al hogar, en especial el acceso a banda ancha, así como aquellas relativas a la escuela poseen un efecto significativo y positivo sobre los resultados de la prueba de lectura.

PALABRAS CLAVE

Tecnologías de la información y de la comunicación; economía de la educación; tecnología y educación; modelos; método cuantitativo.

CLASIFICACIÓN JEL

I2, O3.

CONTENIDO

Introducción; 1. Antecedentes; 2. Metodología; 3. Resultados; 4. Consideraciones finales; Bibliografía.

* Artículo de Investigación producto del proyecto de investigación *PGI Equidad educativa*, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina (2018-2021). Financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNS.

** Licenciada y Doctora en Economía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Profesora Adjunta Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Investigadora Adjunta a IIESS (Conicet-UNS), Bahía Blanca, Argentina. Correo electrónico: mformichella@iieess-conicet.gob.ar. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2057-0938>

*** Licenciada y Doctora en Economía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Profesora Adjunta Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Investigadora Adjunto a IIESS (Conicet-UNS), Bahía Blanca, Argentina. Correo electrónico: mvalderete@iieess-conicet.gob.ar. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9617-7526>

THE EFFECTS OF THE ICTS IN THE EDUCATIONAL PERFORMANCE: THE READING COMPREHENSION ANALYSIS

ABSTRACT

The main objective of this work is studying the effect of the new information and communications technologies (ICTs) on educational results. For that, an econometric system of data panels with fixed effect adjusted by heteroscedasticity is estimated for a sample of 52 participant countries of the Programme for International Student Assessment (PISA). Here is stated the hypothesis that ICTs positively influenced the educational performance and the results found verified it. It is observed that the ICTs linked to the household, especially the access to broadband internet as well as those related to school have a significant and positive effect on the reading test results.

KEYWORDS

Information and communications technologies; education economy; technology and education; models; quantitative method.

JEL CLASSIFICATION

I2, O3.

CONTENT

Introduction; 1. Background; 2. Methodology; 3. Results; 4. Final considerations; Bibliography

O EFEITO DAS TIC NO DESEMPENHO EDUCACIONAL: ANÁLISE DE A COMPREENSÃO LEITORA

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de estudar o efeito das novas tecnologias da informação e da comunicação (TIC) sobre os resultados educativos. Para isso, é estimado um modelo econométrico de painel de dados com efeitos fixos ajustados por heterocedasticidade para uma amostra de 52 países participantes do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). Levanta-se a hipótese de que as TIC incidem positivamente no desempenho educativo e os resultados encontrados a confirmam. Observa-se que as TIC vinculadas ao lar, em especial o acesso à banda larga, bem como aquelas relativas com a escola apresentam um efeito significativo e positivo sobre os resultados da prova de leitura.

PALAVRAS CHAVE

Tecnologias da informação e da comunicação; economia da educação; tecnologia e educação; modelos; método quantitativo.

CLASSIFICAÇÃO JEL

I2, O3.

CONTEÚDO

Introdução; 1. Antecedentes; 2. Metodologia; 3. Resultados; 4. Considerações finais; Bibliografia

INTRODUCCIÓN

En la literatura académica se evidencia consenso acerca del vínculo positivo entre la acumulación de capital humano y el crecimiento económico (ver revisión en Formichella, 2010). Asimismo, existen diversas justificaciones para afirmar que los procesos de desarrollo de los individuos y de las sociedades en las que habitan se hallan fuertemente asociados al nivel de educación agregado (Sen, 1999). Estos motivos, sumados a las grandes diferencias que se observan en el desarrollo de los países, hacen que las investigaciones acerca de las razones por las que unos países obtienen mejores logros educativos que otros sean de relevancia, ya que a partir de las mismas pueden elaborarse recomendaciones de políticas (Alderete, Di Meglio y Formichella, 2017).

En este marco, cabe destacar que del conjunto de factores que influyen sobre las diferencias en los resultados educativos, uno que ha cobrado gran importancia en las últimas décadas son las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) (Alderete y Formichella, 2016a; Alderete y Formichella, 2016b; Castellano y Pantoja, 2017; Formichella y Alderete, 2018; Gómez-Fernández y Mediavilla, 2018). La difusión de las TIC ha permitido que se lleven adelante grandes transformaciones en la vida de las personas. La gran disponibilidad de información que poseen los individuos, sumado al acceso e intercambio de esta más allá del lugar en que se encuentren, han cambiado fuertemente el estilo de vida de las sociedades, y los sistemas educativos no son la excepción (Castells, 1999; Anderson, 2008, en Claro *et al.*, 2011).

Diversas investigaciones explican las razones por las que las TIC tienen un rol fundamental en los procesos educativos. Entre estas pueden mencionarse algunos ejemplos. Becta (2007) sostiene que facilitan el desarrollo de oportunidades de aprendizaje novedosas, y que no se circunscriben únicamente a las instituciones educativas. Claro (2011) resalta el rol que pueden tener al momento de llevar adelante prácticas de inclusión educativa. Por otro lado, Sunkel y Trucco (2011) y Botello y Rincón (2014) destacan que las tecnologías permiten la comunicación continua entre diferentes agentes del sistema educativo sin que el tiempo o la distancia constituyan una barrera, lo cual mejora notablemente el intercambio de información y la colaboración cruzada. Por su parte, la Unesco (2014) afirma que el aporte de las TIC es esencial tanto en los procesos de enseñanza y aprendizaje, como en las tareas de gestión, dirección y administración del sistema educativo. Por último, Petko, Cantieni y Prasse (2017) agregan que la percepción o creencia de los estudiantes sobre cuán eficientes son las TIC como herramienta de aprendizaje, posee un efecto significativo en los logros académicos.

Por estas razones, las TIC ocupan un lugar importante no solo en la academia y a través de estudios que buscan vincular el acceso y uso de las TIC con los resultados educativos, sino también en las agendas educativas y gubernamentales, tanto de las economías desarrolladas como de las que se encuentran en desarrollo. En esta línea, se han realizado grandes inversiones en infraestructura tecnológica y en programas que fomentan su uso (Siteal, 2014).

Sin embargo, aún no existe consenso sobre el efecto causal de las TIC sobre el desempeño educativo y prevalece la ambigüedad, tanto en países desarrollados como en desarrollo. Esta evidencia mixta puede explicarse por la consideración o no del nivel inicial de conocimiento de los estudiantes, proveniente en la mayor parte de los casos de la experiencia de uso en sus hogares. Esto quiere decir que la utilización de las TIC en las instituciones educativas, en lugar de ser un trampolín en el aprendizaje, puede convertirse en una nueva barrera para quienes provienen de contextos de origen desfavorable (Formichella y Alderete, 2018). Otra razón que puede dar cuenta de esta cuestión se vincula con que el acceso a las TIC es condición necesaria, pero no suficiente para el logro de la inclusión educativa (Claro, 2011).

Cabe señalar que la ambigüedad mencionada se observa tanto en las investigaciones que han analizado el vínculo entre TIC y resultados educativos a partir de microdatos, como en aquellas que utilizan datos agregados a nivel países. No obstante, dado que los antecedentes son más escasos en el segundo caso, este trabajo pretende hacer una contribución en dicho sentido. En otras palabras, el aporte original de esta investigación se encuentra en la construcción de una base de datos agregados de tipo panel (con datos de una muestra de países para varios años) y el posterior uso de esta con el fin de contribuir en la discusión mencionada. Dado que aún no existe consenso acerca de la relación entre las TIC y los resultados educativos, y que la evidencia con datos a nivel de países es más escasa, se busca realizar una contribución al respecto. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de las TIC sobre los resultados educativos a partir de una muestra de cincuenta y dos países, tanto desarrollados como en desarrollo. Se plantea la hipótesis de que las TIC inciden positivamente en el desempeño educativo. De acuerdo con la información disponible, se utilizan datos correspondientes a cuatro períodos: 2006, 2009, 2012 y 2015. Para cumplir con el objetivo presentado, se propone como metodología la estimación de un modelo econométrico a partir de un panel de datos con efectos fijos ajustados por heterocedasticidad.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección uno se presentan los antecedentes del tema; en la sección dos se describen los datos y la metodología; en la sección tres se detallan los resultados encontrados y se desarrolla una discusión

sobre estos y, finalmente, en la última sección se exponen las consideraciones finales de la investigación.

1. ANTECEDENTES

Las TIC se perciben como una de las herramientas más relevantes en la educación, habida cuenta de las necesidades de la sociedad contemporánea (Blackwell, Lauricella y Wartella, 2014). Se argumenta que pueden ser útiles para aumentar las oportunidades educativas y disminuir la brecha entre los factores socioeconómicos y los resultados escolares (Shank y Cotten, 2014). En efecto, Cronin (2002) expresa que las diferencias en los resultados educativos atribuidas a las TIC a nivel nacional pueden explicarse por la brecha digital y su impacto sobre la brecha educativa. Se entiende por brecha digital los desequilibrios presentes, tanto en el acceso y disponibilidad de las TIC, así como en la posesión de conocimiento relacionado con las TIC y las habilidades digitales necesarias para alcanzar tales logros educativos. Sin embargo, como se observa párrafos adelante, no existe unanimidad respecto a esta conclusión. El efecto de las TIC sobre el resultado educativo puede ser analizado a partir de microdatos o de datos macro. Si bien los estudios a partir de microdatos son más frecuentes, en ambos casos no existe consenso acerca de la influencia de las TIC sobre los logros escolares (Alderete y Formichella, 2016; Ryu, 2014).

Con respecto a las investigaciones que utilizan microdatos, varios autores encuentran que las TIC tienen un efecto positivo sobre los resultados educativos. Su argumento se basa en que las tecnologías otorgan mayor flexibilidad y autonomía a los estudiantes, y que mejoran sus actitudes vinculadas al aprendizaje, entre otras cuestiones (Gómez-Fernández y Mediavilla, 2018; Formichella y Alderete, 2018; Alderete, Di Meglio y Formichella, 2017; Castellano y Pantoja, 2017; Alderete y Formichella, 2016; Huertas y Pantoja, 2016; Pacheco Olea, Villacís y Álvarez, 2015; Román y Murillo, 2014; Spiezia, 2010; Carrillo, Onofa y Ponce, 2010; Barrera-Osorio y Linden, 2009; Machin, McNally y Silva, 2007; Banerjee *et al.*, 2007; Aristizabal, Castillo y Escandón, 2012).

Por otra parte, un amplio grupo de autores también encuentra evidencia diferente que muestra un efecto no significativo, o incluso negativo, de las TIC sobre el desempeño educativo (Malamud *et al.*, 2018; Torres Tovia y Padilla Velásquez, 2015; De Witte y Rogge, 2014; Muñoz y Ortega, 2014; Cristia *et al.*, 2012; Sprietsma, 2012; Leuven *et al.*, 2007; Goolsbee y Guryan, 2006; Fuchs y Woessman, 2004; Angrist y Lavy, 2002).

Las investigaciones que utilizan información a nivel de países son escasas, por ello este trabajo intenta ser un aporte en dicho sentido. Entre los trabajos que han estudiado el tema a partir de datos a nivel de países se encuentra Aristovnik (2013), quien analiza el efecto de las TIC sobre los resultados educativos en un grupo seleccionado de países de la Unión Europea y de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). A partir de una metodología no paramétrica (análisis envolvente de datos, DEA por sus siglas en inglés), encuentra que la eficiencia de las TIC difiere entre los países analizados y que estos poseen potencialidad para aumentarla, lo cual se traduciría en mejoras en la *performance* educativa. Particularmente, el autor encuentra una correlación positiva entre los resultados educativos y las siguientes variables vinculadas a las TIC: el número de usuarios de internet, la calidad de la infraestructura básica en telecomunicaciones, el grado de penetración de banda ancha y el indicador TIC por cápita. A su vez, también halla que la correlación entre gasto en TIC como porcentaje de PBI y los logros escolares no es estadísticamente significativa. Sin embargo, los resultados empíricos de este estudio sugieren que algunos países de la Unión Europea menos desarrollados muestran un nivel relativamente alto de eficiencia de las TIC debido al bajo nivel de sus insumos de TIC. Por lo tanto, se concluye que se necesita un aumento significativo en los gastos de TIC en esos países.

Asimismo, los mencionados resultados sugieren que las políticas no deberían apuntar simplemente a introducir las tecnologías en las instituciones educativas, sino velar por el uso que harán de ellas los docentes y estudiantes, para que dicho uso sea efectivo y contribuya a mejorar el desempeño escolar. En general, el análisis encuentra que hay mucho por hacer en torno a la eficiencia de las TIC en la educación. Se muestra evidencia de que la mayoría de los países estudiados tienen un gran potencial para aumentar dicha eficiencia, y así mejorar los resultados educativos.

Por su parte Ryu (2014), a partir de datos de países con diferentes niveles de ingreso y diversos indicadores de resultados educativos encuentra una correlación relevante entre las TIC en el hogar y dichos resultados. Especialmente, el autor señala que en los países de alto nivel de ingresos, las TIC son más predominantes y el efecto de estas en la educación es mayor en el nivel educativo medio que en el primario. Mientras que en los países cuyo nivel de ingreso no es alto, ocurre lo contrario. Asimismo, dicho trabajo destaca un resultado llamativo: el uso de las TIC en el hogar se correlaciona positivamente con la deserción escolar en los países de ingreso alto, sin embargo, sucede lo contrario en los países de ingresos no altos.

A su vez, Agasisti (2014) analiza la eficiencia del gasto en educación considerando información de los países pertenecientes a la Unión Europea. Específicamente, su

objetivo es detectar qué factores son los que hacen este gasto más eficiente. Para ello, utiliza la misma metodología que Aristovnik (2013), es decir, aplica un análisis envolvente de datos (DEA) por medio de información de insumos y resultados educativos. Entre los insumos, incluye una variable *uso de internet* como *proxy* de la *alfabetización digital*, y entre sus resultados, resalta que esta variable posee un importante rol debido a que afecta positivamente los logros escolares.

Recientemente, Skryabin *et al.* (2015) investigaron la influencia de las TIC en los logros en ciencias, lectura y matemática en cuarenta y tres países, a partir de datos de diferentes pruebas estandarizadas de aprendizaje. Los autores consideran la variable *nivel de desarrollo de las TIC*, datos provenientes de la International Telecommunication Union (ITU), en relación con los países y la variable *uso de TIC en el hogar* en relación con los estudiantes. Encuentran que ambas variables poseen un efecto positivo sobre el rendimiento educativo, aunque existen diferencias cuando el análisis se realiza para diferentes grupos de individuos o al distinguir el tipo de uso en TIC.

Por otro lado, Petko, Cantieni y Prasse (2017) estudian los países participantes de PISA 2012, y encuentran que las actitudes positivas hacia la tecnología educativa están asociadas con mayores puntajes en las pruebas en la mayoría de los países, e incluyen a los factores sociodemográficos como variables de control. Por otro lado, los autores hallan que la frecuencia de uso de las TIC en las escuelas correlaciona negativamente con los resultados alcanzados en las pruebas PISA.

2. METODOLOGÍA

Con el fin de cumplimentar el objetivo del presente trabajo, se examina el impacto de los factores que inciden en el resultado obtenido en el *Programme for International Student Assessment* (PISA) a partir de un panel de datos de cuatro períodos (2006, 2009, 2012 y 2015). El periodo de tiempo seleccionado responde a la disponibilidad de información necesaria para el análisis, así como a la periodicidad con la que se publican los resultados de las pruebas PISA.

PISA es desarrollado por la OCDE y se implementa cada tres años desde el año 2000, tanto en países desarrollados como no desarrollados. Su objetivo es evaluar en qué medida los alumnos de quince años de edad, que están cercanos a terminar el ciclo de educación obligatoria, han adquirido las competencias necesarias para participar activamente en las sociedades modernas. En cada operativo se evalúan las áreas de matemáticas, lengua y ciencias, pero se centra la atención en una de ellas de manera rotativa (OCDE, 2006).

En este trabajo se toma en cuenta una muestra de cincuenta y dos países participantes de PISA, aquellos para los cuales hay información disponible acerca de la variable dependiente de forma continua en los cuatro períodos considerados, de manera tal que se obtiene panel de datos balanceado. Así, los países incluidos en la muestra son: Argentina, Australia, Austria, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, Taipéi Chino, Colombia, Croacia, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hong Kong-China, Hungría, Islandia, Indonesia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Jordán, Corea, Latvia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Macao-China, México, Montenegro, Países Bajos, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Portugal, Qatar, Rumania, Rusia, Serbia, Eslovaquia, España. Suecia, Suiza, Tailandia, Túnez, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos y Uruguay.

La variable dependiente (es decir, la variable a explicar) utilizada es *porcentaje de alumnos que alcanzan, como mínimo, el nivel dos en la prueba de lengua de PISA*. Los puntajes obtenidos en PISA van de cero a los ochocientos puntos y se distribuyen en seis niveles, el sexto nivel es el de mejor desempeño, y donde se define al nivel dos de cada área como el nivel mínimo requerido para que el alumno pueda desempeñarse en la sociedad actual (OCDE, 2006). Algunos trabajos han empleado esta variable para medir el éxito o fracaso escolar (Choi de Mendizábal y Calero Martínez, 2013; Formichella y Krüger, 2013; Villar y Zoido, 2016).

Se elige trabajar con el área de lengua porque es definida como la capacidad de un individuo para comprender, hacer uso y analizar textos (OCDE, 2006) y, de este modo, se constituye como la competencia central al momento de que las personas puedan desarrollarse individual y colectivamente. Esta competencia es clave para que el individuo pueda ser parte de la sociedad, dado que es indispensable para obtener conocimientos, expresarse, comunicarse, hacer demandas e intercambiar con otros individuos. Es más, una persona no podría evolucionar en las áreas de matemáticas y ciencias si no es capaz de comprender los textos asociados a estas.

Por su parte, las variables independientes (explicativas) utilizadas son:

- Porcentaje de alumnos con internet (internet_alumnos): porcentaje de alumnos en cada país que informaron tener acceso a internet en casa. Fuente: PISA.
- Porcentaje de alumnos mujeres (mujer): porcentaje de alumnos de sexo mujer informado en cada país. Fuente: PISA.
- Abonados a internet cada cien habitantes (banda ancha_pais): se refiere a las suscripciones a banda ancha fija por cada 100 personas. La banda ancha fija se refiere a las suscripciones fijas a acceso a internet de alta velocidad, a velocidades

mayores o iguales a 256 kbits/s. Incluye cable modem, DSL, fibra óptica. Fuente: International Telecommunication Union.

- Promedio ESCS (promedio_ESCS): refleja la composición social del alumnado, y se forma como el promedio del índice de estatus económico, social y cultural (ESCS) de la escuela. El indicador ESCS correspondiente a cada alumno resume la información sobre el estatus ocupacional de los padres, su nivel educativo, y las posesiones materiales y culturales del hogar (OCDE, 2009). Fuente: PISA.
- ESCS es un índice que reúne información de otros índices calculados por PISA: Hisei, Pared y Homepos. Homepos resume información sobre la cantidad de libros que hay en el hogar y los índices Wealth, Hedres y Culpos. Wealth es un índice que representa las posesiones materiales existentes en la vivienda del estudiante (si posee un cuarto propio, conexión a internet, lavarropas, DVD, heladera con *freezer* y automóvil, entre otros). Hedres representa cuántos recursos educativos dispone el estudiante. Culpos indica la cantidad de posesiones culturales que posee el hogar. En decir, ESCS representa el nivel socioeconómico del hogar. Fuente: PISA.
- Promedio Smatedu (smatedu): índice construido por la OCDE que representa la cantidad y la calidad de los recursos educativos de la escuela (incluye consideraciones sobre equipos de laboratorio, libros, computadoras, conexión a Internet, medios audiovisuales, entre otras cuestiones). Valores positivos significan que la escuela posee condiciones favorables en cuanto a los recursos educativos, y valores negativos implican lo contrario. Asimismo, valores más positivos indican un mayor nivel de recursos educativos. Fuente: PISA.
- PBI per cápita: medido por el producto bruto interno per cápita basado en paridad de poder adquisitivo PPP, datos en dólares a precios constantes de 2011. Fuente: Banco Mundial.

Con respecto a la especificación del modelo, este trabajo emplea para la estimación del mismo un panel de datos con efectos fijos ajustado por heterocedasticidad. Que se estime un modelo de panel quiere decir que se diferencia la información de cada unidad muestral (en este caso países) para cada período. Asimismo, que este sea de efectos fijos significa que se supone que los efectos individuales son constantes, es decir, que el impacto de las variables explicativas sobre la dependiente es idéntico para todos los países, mientras que las discrepancias estarían en el término independiente (esto es: en el caso de la igualdad de los valores medios de las variables explicativas entre los países, el valor medio de la variable dependiente sería diferente en cada caso).

En suma, a través de este modelo, se pretende examinar la relación entre el resultado educativo de los países y ciertas variables socioeconómicas relativas tanto a los países como a los alumnos, las escuelas y el hogar, con especial hincapié en las variables TIC. El modelo seleccionado es de efectos fijos ya que se reconoce que los países difieren entre sí (poseen características estructurales que son específicas a cada uno tales como las diferencias políticas y culturales) y, a su vez, se supone que los países poseen características internas que pueden impactar o sesgar los resultados educativos alcanzados.

Cabe mencionar que se utilizó el comando *xtreg* con las opciones *fe* y *vce(robust)* mediante el programa Stata 13. De esta manera, los coeficientes se estiman con efectos fijos y robustos, respectivamente. Así, los estimadores se basan en la corrección de White, se conocen como *sandwich* y permiten que los estimadores de los errores estándar obtenidos sean consistentes en el caso de heterocedasticidad y autocorrelación, siempre que se cumpla la independencia transversal (Baltagi, 2008). Además, no se estimó un modelo de *Pool* de datos (es decir, considerando toda la información sin diferenciar entre observaciones o períodos temporales) mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO) porque, cuando se supone que existen efectos fijos (como suele suceder en el caso de las observaciones a nivel países), puede dar lugar a errores y sesgos en los valores de los coeficientes, así como inducir a error en la apreciación del grado de correlación serial. Por otro lado, si los efectos son fijos y correlacionados con las variables explicativas, los estimadores MCO son inconsistentes. La presencia de efectos fijos puede dar lugar a correlación serial espuria en los residuos (Wooldridge, 2002).

Ahora bien, más allá de esta justificación de índole teórica, se realizó el test *F* de los efectos individuales, cuya hipótesis nula es que dichos efectos son iguales a cero (Labra y Torrecillas, 2014). Como se mencionará en la sección resultados, dicha hipótesis se rechaza porque el *p-value* que acompaña a la *F* es igual a cero y, de este modo, se justifica el uso de un análisis que considera los efectos individuales. Al respecto, los modelos de panel de datos han sido desarrollados en dos direcciones. Por un lado, están los modelos de efectos fijos que se caracterizan por la existencia de correlación entre los regresores y los efectos específicos. Por otro lado, se encuentran los modelos de efectos aleatorios sin correlación entre los regresores. En este tipo de modelos, donde *t* (número de años) es pequeño e *i* (número de países) es más grande, pueden surgir diferencias en la estimación de los parámetros según se estime el modelo por efectos fijos o aleatorios.

Aquí, al analizarse las observaciones a nivel países, como ya se ha mencionado, se espera que los efectos sean fijos. Sin embargo, para corroborar que es la

especificación de modelo más adecuada, se aplicó el test de Hausman¹ (1978). Su hipótesis nula es que no existen diferencias sistemáticas entre los coeficientes estimados con efectos fijos y aleatorios. Así, si se rechaza la hipótesis nula, se concluye que no hay correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas. Como se mencionará en la sección de resultados, aquí se rechaza la hipótesis nula ($p < 0,05$). En suma, de acuerdo al test en cuestión y sobre la base de las características del fenómeno bajo estudio, se considera adecuada la estimación por efectos fijos. Entonces, el modelo se especifica de la siguiente manera:

$$\text{Resultado educativo}_{i,t} = B_1 * \text{internet_alumno}_{i,t} + B_2 * \text{mujer}_{i,t} + B_3 * \text{promedio_escs}_{i,t} + B_4 * \text{internet_país}_{i,t} + B_5 * \text{smatedu}_{i,t} + B_6 * \text{gdp_percap}_{i,t} + a_i + e_{i,t}$$

Donde:

- i : indica país.
- t : indica años (2006; 2009; 2012).
- a_i : denota los efectos individuales (efecto país).
- e_{it} : es el término de error.

3. RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos al aplicar el modelo descrito a partir de la base de datos presentada anteriormente. Estos resultados surgen, como ya se ha indicado en la sección de metodología, al correr el modelo por medio del *software* Stata 13. Los mismos pueden observarse a continuación, en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos a partir del modelo propuesto

Regresión con efectos fijos		Número de grupos = 51		
R ² within = 0,4130		Prob>F=0,000		
R ² between = 0,4579		Corr (ui, xb)= 0,1446		
R ² overall = 0,4495		Sigma_u = 11,2219		
Rho = 0,915		Sigma_e = 3,4184		
Variables	Coficiente	Error estándar ajustado por heterocedasticidad	T	P> t
Internet_alumnos	9,385267	3,563787	2,63	0,011
Banda_ancha_país	0,1595308	0,0784932	2,03	0,047
Cmatedu	4,450743	2,322047	1,92	0,061

¹ Se utilizaron los comandos hausman y sigmamore.

<i>Variables</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error estándar ajustado por heterocedasticidad</i>	<i>T</i>	<i>P> t </i>
PBI per cápita	0,0001134	0,0001093	1,04	0,304
Promedio_ESCS	3,807274	6,07957	0,63	0,534
Porcentaje de alumnas mujeres	58,6496	45,49887	1,29	0,203
Constante	31,2239	24,81372	1,26	0,214
Prueba F de efectos individuales				
F(50,92) = 20,61		Prob > F = 0,0000		

Fuente: elaboración propia

Por un lado, en la tabla anterior se observa que la prueba *F* se rechaza con un nivel de significancia del 1 % ($\text{prob} > F = 0$). Por ello, se puede afirmar que las estimaciones OLS sufren de un problema de variable omitida y son inconsistentes y sesgadas (Wooldridge, 2002). Luego, se justifica la estimación por efectos fijos mediante la realización del test de Hausman, a partir del cual se rechaza la hipótesis nula con un nivel de confianza del 99 % ($\text{prob} > \text{Chi}^2 = 0$). Por otro lado, existe una correlación positiva y moderada entre los errores y los regresores de 0,14. A su vez, el desvío estándar estimado de σ_u es 11,22, valor que duplica el monto del desvío estándar de σ_e de 3,41. Este resultado sugiere que el componente específico individual del error es más importante que el error idiosincrático.

Asimismo, ρ , conocido como la correlación intraclase representa la proporción de los efectos conjuntos ($\sigma_u^2 + \sigma_e^2$) provenientes de los efectos individuales. El valor de ρ de 0,92 indica que las diferencias intraclase (entre los grupos o países) explican el 92 % de la varianza. Es decir, el 92 % del error compuesto del modelo se explica por los efectos individuales de cada país.

De acuerdo con el análisis de significatividad de las variables independientes, las variables relacionadas con el acceso a las TIC poseen una incidencia estadísticamente significativa y positiva en el resultado educativo: cuanto más acceso a internet poseen tanto los alumnos evaluados (nivel de confianza 1 %) como la población en general (nivel de confianza 5 %), mayor es el porcentaje de alumnos que se encuentre por encima del nivel 2 de lectura; es decir, mejor será el desempeño en la materia. Por otro lado, la variable *Scmatedu*, que indica la presencia de recursos educativos en la escuela también posee un efecto significativo al 10 % y positivo en el resultado educativo. Resulta razonable que una mayor posesión de recursos destinados a la educación en la escuela sea un factor favorable. Por último, ni la variable de género, ni el promedio socioeconómico del alumnado, ni el PBI per cápita resultaron significativos para explicar el desempeño educativo.

3.1 Discusión de los resultados

El modelo, tal como fue especificado, incluye para la explicación del resultado educativo variables vinculadas al hogar, así como variables relativas a la escuela y variables descriptivas de la situación global del país, para cada uno de los países incluidos en la muestra. Se puede constatar que la disponibilidad o acceso a internet desde el hogar (medido tanto por el porcentaje de alumnos con acceso a internet en el hogar, así como por el porcentaje de abonados a internet fija por cada cien habitantes) es una variable fundamental para mejorar el desempeño educativo de los alumnos. Este resultado coincide con estudios previos hallados en la literatura con datos a nivel macro (Skryabin *et al.*, 2015; Agasisti, 2014; Aristovnik, 2013) y micro (Gómez-Fernández y Mediavilla, 2018; Formichella y Alderete, 2018; Alderete, Di Meglio y Formichella, 2017; Alderete y Formichella, 2016). Entonces, cuanto mayores sean los niveles de TIC a nivel país, más probable es que los alumnos alcancen mejores resultados.

De igual forma que Aristovnik (2013), este trabajo tiene en cuenta la importancia de la infraestructura de banda ancha como variable indicativa del nivel de desarrollo e inversión de un país en infraestructura de banda ancha. En la misma línea, se obtiene como resultado un vínculo positivo entre esta variable y el desempeño académico.

Por su parte, la disponibilidad de recursos educativos en la escuela, que incluye la conexión a internet en la escuela, también es una variable con incidencia positiva en los logros escolares. A diferencia del acceso a internet en el hogar, esta variable resulta significativa al 10 %. Este hallazgo también ha sido evidenciado por investigaciones anteriores (Formichella y Alderete, 2018; Huertas y Pantoja, 2016; Román y Murillo, 2014; Spiezia, 2010) y contradice otros trabajos con datos a nivel micro: Castellano y Pantoja (2017) encuentran que el uso de las TIC y la conexión a internet no es una variable que afecte los resultados significativamente; mientras que Gómez-Fernández y Mediavilla (2018) concluyen que el uso de las TIC por parte de los estudiantes en las escuelas posee un efecto negativo en el proceso de aprendizaje.

Luego, todas las variables relacionadas con las TIC e incluidas en el modelo son estadísticamente significativas para explicar el desempeño educativo, mientras que las variables de control incorporadas no resultaron serlo. En particular, la variable que refleja la composición social del alumnado (promedio ESCS) no es significativa en la explicación del desempeño escolar. Este resultado es contrario a estudios previos para el caso de países aislados como Argentina (Formichella, 2011), Uruguay (Formichella y Alderete, 2018) y Chile (Muñoz y Ortega, 2014), entre otros.

Tampoco se halló evidencia de que la variable *género* sea significativa para explicar el desempeño educativo. Este resultado coincide con lo hallado por Castellano y Pantoja (2017) en cuanto que el sexo no es un factor determinante en la consecución de los resultados educativos. Sin embargo, es contrario a un conjunto de trabajos (Ibáñez Martín y Formichella, 2017; Cervini, Dari y Quiroz, 2015; Formichella e Ibáñez Martín, 2014; Cervini y Dari, 2009). Por último, con respecto al PBI per cápita, el resultado no es sorprendente, ya que la literatura previa no ha marcado un efecto de significancia estadística constante, sino que este ha dependido del modelo analizado (Ryu, 2014).

Estas aparentes contradicciones habría que estudiarlas en mayor detalle, pero exceden el objetivo del presente trabajo, el cual se focaliza en las TIC. Aunque cabe mencionar que una posible causa de estos hallazgos diferentes puede estar dada en el hecho de que aquí se están utilizando datos a nivel agregado (países), mientras que en los estudios citados se utilizan datos a nivel micro (alumnos).

4. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido analizar si las TIC vinculadas tanto al hogar como a la escuela permiten mejorar los resultados obtenidos en el desempeño de la prueba lectura. Se ha encontrado evidencia a favor de la hipótesis propuesta, es decir, se ha hallado un vínculo positivo entre el acceso a las TIC y los resultados escolares. Así, ante la importancia atribuida a las TIC a nivel de las naciones para explicar las diferencias en los logros educativos, se vislumbra que resulta conveniente plantear políticas y estrategias públicas que promuevan un mayor acceso y uso de las TIC. De este modo, se posibilitaría contribuir a reducir la brecha digital y, en consecuencia, producir una reducción en las brechas educativas. Tales políticas tendrían que considerar tanto la difusión de las TIC a nivel hogar, como en las escuelas y establecimientos educativos en general.

La difusión de las TIC a nivel hogar es una herramienta sumamente útil no solo como complemento de las TIC en la escuela, sino para sobrellevar eventos extraordinarios como los que actualmente padecen los países ante la pandemia del coronavirus. Así, estos hallazgos permiten comprender la necesidad de que los gobiernos realicen acciones en pos de mejorar el acceso y uso de las TIC en las sociedades. Aunque el período de estudio del trabajo no alcanza el contexto de la actual pandemia, el resultado hallado es pertinente para indicar a los países, especialmente los que se encuentran en desarrollo, la necesidad de cerrar sus brechas digitales para lograr mejoras en la educación y calidad de vida en general.

Entre las limitaciones del trabajo, se pueden mencionar el uso de los datos provenientes de PISA como principal fuente de información. Aunque PISA es ampliamente reconocida, sería interesante en próximas investigaciones estimar el modelo con fuentes alternativas para contrastar los resultados hallados sobre el rendimiento académico. Por otro lado, resta analizar con profundidad el modo de uso de las TIC tanto por parte de los alumnos como de los docentes, ya que la sola introducción de las TIC en el proceso de enseñanza no garantiza el éxito en el desempeño educativo (Alderete, Di Meglio y Formichella, 2017; Alderete y Formichella, 2016). Asimismo, muchos de los datos considerados son promedios de los valores individuales de cada país. Luego, aunque las diferencias en estos valores medios justifican la estimación del modelo, no permiten evaluar las heterogeneidades intra-país.

Por último, cabe mencionar que en investigaciones futuras se considerarán otras variables referidas a las TIC, las cuales surgen a partir del módulo de PISA que incluye especialmente cuestiones vinculadas a estas. Esto implicaría trabajar con una muestra más pequeña de países, ya que no todos responden dicho módulo, pero permitiría analizar cuestiones sumamente relevantes que excedan el estudio del acceso a las TIC y se vinculen con el análisis de su uso, de manera tal de poder observar si las habilidades de uso afectan los resultados y en qué medida.

BIBLIOGRAFÍA

- Agasisti, Tommaso (2014). The Efficiency of Public Spending on Education: an empirical comparison of EU countries. En: European Journal of Education, vol. 49, n.º 4, p. 543-557.
- Alderete, María Verónica y Formichella, María Marta (2016a). The effect of ICTs on academic achievement: the Conectar Igualdad programme in Argentina. En: Cepal Review, vol. 119, p. 83-100.
- Alderete, María Verónica y Formichella, María Marta (2016b). El acceso a las TIC en el hogar y en la escuela: su impacto sobre los logros educativos. En: Economía del Rosario, vol.19, n.º 2, p. 221-242.
- Alderete, María Verónica; Di Meglio, Gisela y Formichella, María Marta (2017). Acceso a las TIC y rendimiento educativo: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España. En: Revista de Educación, n.º 377, p. 53-79.
- Angrist, Joshua y Lavy, Victor (2002). New evidence on classroom computers and pupil learning. En: The Economic Journal, vol. 112, n.º 482, p. 735-765.
- Aristizábal, Geovanny; Castillo, Maribel y Escandón, Diana Marcela (2012). Las tecnologías de la información y comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar, Colombia 2006-2009. En: Investigaciones de Economía de la Educación, n.º 7, p. 889-904.

- Aristovnik, Alexander (2013). ICT expenditures and education outputs/outcomes in selected developed countries. An assessment of relative efficiency. En: Campus-Wide Information Systems, vol. 30, n.º 3, p. 222-230.
- Baltagi, Badi (2008). Econometric analysis of panel data. Hoboken: John Wiley Sons, 388 p.
- Banerjee, Abhijit; Cole, Shawn; Duflo, Esther y Linden, Leigh (2007). Remedying education: evidence from two randomized experiments in India. En: Quarterly Journal of Economics, vol. 122, p. 1235-64.
- Barrera-Osorio, Felipe y Linden, Leigh (2009). The Use and Misuse of Computers in Education. Evidence from a Randomized Experiment in Colombia. En: Policy Research Working Paper, n.º 4836. DOI: <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-4836>
- Becta (2007). Inclusive Learning: an Essential Guide. <https://bit.ly/3dXMgR5>
- Blackwell, Courtney; Lauricella, Alexis y Wartella, Ellen (2014). Factors influencing digital technology use in early childhood education. En: Computers and Education, vol. 77, p. 82-90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.013>
- Botello, Héctor Alberto y Rincón, Guerrero Amado (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en América Latina: evidencia de la prueba PISA 2012. <https://bit.ly/3hmYrJl>
- Carrillo, Paul; Onofa, Mercedes y Ponce, Juan (2010). Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador. <https://bit.ly/2MUo9XQ>
- Castellano, Eufrasio y Pantoja, Antonio (2017). Eficacia de un programa de intervención basado en el uso de las TIC en la tutoría. En: Revista de Investigación Educativa, vol. 35, n.º 1, p. 215-233.
- Castells, Manuel (1999). La era de la información: economía, sociedad y cultura. Madrid: Siglo XXI, 628 p.
- Cervini, Rubén Alberto y Dari, Nora (2009). Género, escuela y logro escolar en matemática y lengua de la educación media. Estudio exploratorio basado en un modelo bivariado. En: Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol. 14, n.º 42, p. 1051-1078.
- Cervini, Rubén Alberto; Dari, Nora y Quiroz, Silvia (2015). Género y rendimiento escolar en América Latina. Los datos del SERCE en matemática y lectura. En: Revista Iberoamericana de Educación, vol. 68, p. 99-116.
- Choi de Mendizábal, Álvaro y Calero Martínez, Jorge (2013). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España en PISA-2009 y propuestas de reforma. En: Revista de Educación, n.º 362, p. 1-20.
- Claro, Magdalena (2011). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación inclusiva. <https://bit.ly/3fkY6F8>
- Claro, Magdalena; Espejo, Andrés; Jara, Ignacio y Trucco, Daniela (2011). Aporte del sistema educativo a la reducción de las brechas digitales. Una mirada desde las mediciones PISA. <https://bit.ly/2YqLfdQ>

- Cristia, Julián; Ibararán, Pablo; Cueto, Santiago; Santiago, Ana y Severín Eugenio (2012). Technology and child development: evidence from the one laptop per child program. <https://bit.ly/2UCkZMk>
- Cronin, Blaise (2002). The digital divide. En: Library Journal, vol. 127, n.º 3, p. 48.
- De Witte, Kristoff y Rogge, Nicky (2014). Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education? En: Computers and Education, vol. 75, p.173-184.
- Formichella, María Marta y Krüger, Natalia (2013). El fracaso escolar en el nivel medio argentino: ¿su mayor frecuencia en las escuelas de gestión pública se debe al tipo de gestión? En: Estudios Económicos Regionales y Sectoriales, vol. 13, n.º 3, p. 127-144.
- Formichella, María Marta (2010). Educación y desarrollo: análisis desde la perspectiva de la equidad educativa interna y del mercado laboral. Tesis para optar al título de Doctora en Economía. Doctorado en Economía, Universidad Nacional del Sur, Argentina, 210p.
- Formichella, María Marta e Ibáñez Martín, María (2014). Género e inequidad educativa: un análisis para el nivel medio en Argentina. En: Estudios Económicos Regionales y Sectoriales, vol. 14, n.º 1, p. 196-210.
- Formichella, María Marta y Alderete, María Verónica (2018). TIC en la escuela y rendimiento educativo: el efecto mediador del uso de las TIC en el hogar. En: Cuadernos de Investigación Educativa, vol. 9, n.º 1, p. 75-93.
- Formichella, María Marta (2011). Do private schools in Argentina perform better because they are private? En: Cepal Review, n.º 105, p. 141-155.
- Fuchs, Thomas y Woessmann, Ludger (2004). Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School. <https://bit.ly/2YwFLOQ>
- Gómez-Fernández, Nerea y Mediavilla, Mauro (2018). Do information and communication technologies (ICT) improve educational outcomes? Evidence for Spain in PISA 2015. <https://bit.ly/3cY3psz>
- Goolsbee, Austan y Guryan, Jonathan (2006). The impact of internet subsidies in public schools. En: The Review of Economics and Statistics, vol. 88, n.º 2, p. 336-347.
- Hausman, Jerry (1978). Specification test in econometrics. En: Econometrica, n.º 46, p. 1251-1271.
- Huertas, Antonio y Pantoja, Antonio (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de tecnología de educación secundaria. En: Educación XXI, vol. 19, n.º 2, p. 229-250.
- Ibáñez Martín, María y Formichella, María Marta (2017). Logros educativos: ¿es relevante el género de los estudiantes? En: Education Policy Analysis Archives, vol. 25, p. 1-32.
- Labra, Romilio y Torrecillas, Celia (2014). Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. <https://bit.ly/3dZVoEL>
- Leuven, Edwin; Lindahl, Mikael; Oosterbeek, Hessel y Webbink, Dinand (2007). The effect of extra funding for disadvantaged pupils on achievement. En: The Review of Economics and Statistics, vol. 89, n.º 4, p. 721-736.

- Machin, Stephen; McNally, Sandra y Silva, Olmo (2007). New technology in schools: is there a payoff? En: *Economic Journal*, vol. 117, n.º 522, p. 1145-1167.
- Malamud, Ofer; Cueto, Santiago; Cristia, Julián y Beuermann, Dieter (2018). Do children benefit from internet access?: experimental evidence from a developing country. <https://bit.ly/3fjkhV>
- Muñoz, Roberto y Ortega, Jorge (2014). ¿Tienen la banda ancha y las TIC un impacto positivo sobre el rendimiento escolar? Evidencia para Chile. En: *El Trimestre Económico*, vol. 82, n.º 325, p. 53-87.
- OCDE -Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2006). El programa PISA de la OCDE. Qué es y para qué sirve. <https://bit.ly/2UCPfh0>
- OECD -Organisation for Economic Cooperation and Development (2009). PISA Data Analysis Manual. París: OECD Publishing, 478p.
- Pacheco Olea, Fernando; Villacís, Carolina y Álvarez, Patricio (2015). Las TIC como herramientas en el proceso de enseñanza- aprendizaje para optimizar el rendimiento académico. En: *Ciencias Pedagógicas e Innovación*, vol. 3, n.º 1, p. 56-62.
- Petko, Dominik; Cantieni, Andrea y Prasse, Doreen (2017). Perceived Quality of Educational Technology Matters: A Secondary Analysis of Students' ICT Use, ICT-Related Attitudes, and PISA 2012 Test Scores. En: *Journal of Educational Computing Research*, vol. 54, n.º 8, p. 1070-1091.
- Román, Marcela y Murillo, Javier (2014). Disponibilidad y uso de TIC en escuelas latinoamericanas: incidencia en el rendimiento escolar. En: *Educação e Pesquisa*, vol. 40, n.º 4, p. 879-895.
- Ryu, Jin (2014). ICT and Educational Outcomes. Tesis para optar al título de Magíster en Economía. Maestría en Economía. Aalto University School of Business, Finlandia, 88p.
- Sen, Amartya (1999). Desarrollo y libertad. Buenos Aires: Planeta, 440 p.
- Shank, Daniel y Cotten, Shelia (2014). Does technology empower urban youth? The relationship of technology use to self-efficacy. En: *Computers and Education*, n.º 70, p.184-193.
- Siteal (2014). Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina 2014. Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. <https://bit.ly/2MQNIhR>
- Skryabin, Maxim; Zhang, JingJing; Liu, Luman y Zhang, Danhui (2015). How the ICT development and usage influence student achievement in reading, mathematics and science. En: *Computers and Education*, vol. 85, p. 49-58.
- Spiezia, Vincenzo (2010). Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level evidence from PISA. En: *OECD Journal: Economic Studies*, vol. 7, n.º 1, p.1-22.
- Sprietsma, Maresa (2012). Computers as pedagogical tools in Brazil: a pseudo-panel analysis. <http://hdl.handle.net/10419/24604>
- Sunkel, Guillermo y Trucco, Daniela (2011). New information and communications technologies for education in Latin America: risks and opportunities. <https://bit.ly/2zx4kmi>
- Torres Tovio, Juan y Padilla Velásquez, Alexander (2015). Las tecnologías de información y comunicación y su efecto en el rendimiento académico de los estudiantes en las escuelas

secundarias del departamento de Córdoba, Colombia. En: Ingeniería al Día, vol. 1, n.º 1, p. 15-23.

Unesco (2014). Reading in the mobile era. A study of mobile reading in developing countries. <https://bit.ly/2MSIT2b>

Villar, Antonio y Zoido, Pablo (2016). Desafíos para la calidad y la equidad en el desempeño educativo para América Latina, una perspectiva PISA 2012. En: Relieve, vol. 22, n.º 1, p. 1-10.

Wooldridge, Jeffrey (2002). Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. Cambridge: The MIT Press, 1096p.