

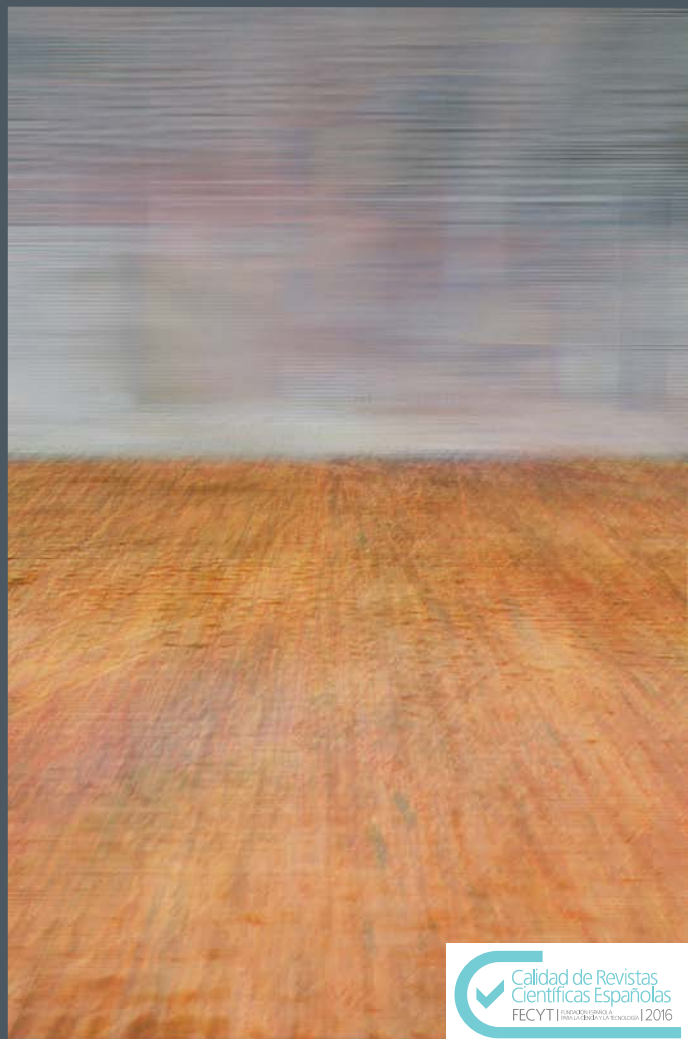
revista de
eEDUCACIÓN
Nº 377 JULIO-SEPTIEMBRE 2017



Acceso a las TIC y rendimiento educativo: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España

ICT access and educational performance: a relationship enhanced by ICT use? Analysis for Spain

María Verónica Alderete
Gisela Di Meglio
María Marta Formichella:



Acceso a las TIC y rendimiento educativo: ¿una relación potenciada por su uso? Un análisis para España

ICT access and educational performance: ¿a relationship enhanced by ICT use? An analysis for Spain

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2017-377-353

María Verónica Alderete

Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET

Gisela Di Meglio

Universidad Complutense de Madrid

María Marta Formichella

Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET

Resumen

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) ocupan actualmente un lugar significativo entre las prioridades educativas ya que contribuyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Varios estudios han indagado sobre la relación entre el acceso y el uso de las TIC y los logros de los estudiantes en términos de aprendizaje. Sin embargo, la evidencia empírica todavía no es concluyente respecto a esta cuestión. El objetivo del presente trabajo consiste en testear la hipótesis de que la relación entre el acceso a las TIC y el rendimiento educativo se encuentra mediada por el uso de las mismas tanto en el hogar como en la escuela. En particular, se examina si el uso de las TIC potencia el efecto del acceso sobre los logros escolares. Con este fin, se estima para España un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) a partir de datos de PISA correspondientes al año 2012. De acuerdo a los resultados obtenidos, el acceso a las TIC en el hogar tiene una incidencia estadísticamente significativa y positiva sobre el rendimiento educativo que se encuentra

potenciada por el uso de las TIC fuera de la escuela. Por el contrario, el acceso y el uso de las TIC en la escuela tienen una incidencia estadísticamente significativa y negativa en los logros educativos.

Palabras claves: TIC en el hogar, TIC en la escuela, logros educativos, proceso de enseñanza-aprendizaje, PISA.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICT) play a significant role among the educational priorities as they contribute to the student's teaching-learning process. Many studies have examined the relationship between ICT access and use, and the student's learning achievements. However, empirical evidence has not yet been conclusive regarding this issue. The objective of the present paper consists in testing the hypothesis that the relationship between the ICT access and the educational performance is mediated by the ICT use both at home and at school. In particular, we examine if the ICT use reinforces the ICT access effect over the educational outcomes. To achieve this goal, a Structural Equation Model (SEM) is estimated for Spain using data from PISA for the year 2012. Based on the results, ICT access at home has a significant and positive incidence on the educational performance, which is fostered by ICT use outside school. In contrast, ICT access and use at school has a significant and negative incidence on the educational performance.

Keywords: ICT at home, ICT at school, educational performance, teaching-learning process, PISA.

Introducción

Existe un amplio consenso acerca de la relación positiva entre acumulación de capital humano y crecimiento económico (Acemoglu y Autor, 2012). El sistema educativo de un país puede considerarse, por lo tanto, como uno de los determinantes esenciales de su nivel de crecimiento. A partir de allí, resulta crucial estudiar los factores que influyen en la obtención de logros educativos favorables con el fin de realizar consideraciones de política social y educativa con fundamento (Formichella, 2010).

En los últimos años, uno de los elementos que más ha influido en los sistemas educativos son las Tecnologías de la Información y de la

Comunicación (TIC). Estas tecnologías ocupan actualmente un lugar muy significativo entre las prioridades educativas debido a que permiten, entre otras cuestiones, contribuir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, Biagi y Loi (2013) destacan la relevancia de las TIC como herramienta en dicho proceso y Rodríguez et al. (2013) analizan cómo deben ser utilizadas para que los resultados sean satisfactorios. Así, tanto las economías desarrolladas como en desarrollo han realizado inversiones masivas en infraestructura tecnológica y en programas que sustentan su utilización (Sunkel y Trucco, 2012). El sistema educativo español no ha sido ajeno a esta transformación impulsada por las TIC.

Sin embargo, en línea con lo que sucede en la literatura internacional, aún no existe consenso sobre el efecto causal de las nuevas tecnologías sobre el rendimiento educativo de los estudiantes españoles. Algunas investigaciones encuentran evidencia a favor del uso de ordenadores (Cabras y Tena, 2013) mientras que otros estudios no encuentran tales efectos positivos (Calero y Escardíbul, 2007; Cordero et al., 2012). En un reciente y novedoso estudio para el caso español, Escardíbul y Mediavilla (2015) encuentran que la disponibilidad de recursos TIC (tanto en el hogar como en la escuela) afecta positivamente el rendimiento, mientras que el tiempo y la frecuencia de uso impactan negativamente en la adquisición de competencias (referidas a matemáticas y de comprensión lectora).

En este marco, el objetivo del presente trabajo es examinar si el acceso a las TIC (en el hogar y en la escuela) posee un efecto directo en el rendimiento educativo e indirecto mediado por el uso de las TIC (fuera de la escuela y en la escuela). En particular, se estudia el efecto tanto del acceso como del uso de las TIC sobre los resultados educativos en matemáticas, lengua y ciencia medidos a través de la adquisición de competencias en el Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos, PISA.

Esta investigación pretende contribuir al debate en torno a los potenciales efectos diferenciales de las variables asociadas a las TIC en los logros escolares iniciado por Escardíbul y Mediavilla (2015). A diferencia de los estudios existentes, este trabajo plantea una estructura de relaciones causales mediante la metodología de Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), que permite detectar la presencia de variables mediadoras. Asimismo, esta metodología otorga mayor flexibilidad que

el análisis de regresión a la hora de evaluar las relaciones entre acceso a TIC, uso de TIC y desempeño académico. Dicho modelo se aplica a datos de la evaluación PISA 2012.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En primer lugar, se presenta una revisión de la literatura referida a estudios empíricos sobre la temática. A continuación, se detalla la metodología, los datos y las variables a emplear. Por último, se discuten los resultados obtenidos y se presentan las conclusiones así como algunas consideraciones de política económica.

Revisión de la literatura

La función de producción educativa es usualmente empleada como marco de referencia para el estudio de los determinantes de los resultados educativos (Levin 1974; Hanushek, 1979). Dicha función relaciona los diferentes recursos o insumos que afectan el aprendizaje de los estudiantes (tales como los recursos escolares, la calidad de los docentes, el tamaño de las aulas, y los atributos de las familias) con los resultados educativos obtenidos. Las TIC, en particular, pueden ser consideradas como uno de los inputs de esta función de producción.

Una formulación básica de la función puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento educativo} = f(\text{Características socioeconómicas del hogar, recursos escolares (no TIC), acceso TIC; uso TIC})$$

La literatura que ha analizado la relación entre acceso y uso de las TIC y rendimiento educativo de los estudiantes es amplia. Sin embargo, la evidencia empírica es dispar y los resultados obtenidos no son concluyentes. Por una parte, existe un grupo de estudios que encuentra un impacto positivo y significativo de las TIC en algunos resultados educativos. Por otra parte, un conjunto de investigaciones no encuentra ningún efecto y, en menor medida, algunos trabajos hallan una incidencia negativa de las TIC sobre los logros académicos.

El principal argumento de las investigaciones del primer grupo es que las nuevas tecnologías incrementan la flexibilidad y autonomía de los estudiantes en relación al aprendizaje, y posibilitan la mejora de las actitudes y experiencias de enseñanza-aprendizaje. Todo ello, redundando

en una mejora del rendimiento escolar. En esta rama de estudios se encuentran Machin et al. (2007) quienes, a través del uso de variables instrumentales, brindan evidencia de un efecto causal positivo de la inversión en TIC sobre los logros educativos obtenidos en las escuelas inglesas de nivel primario. Por su parte, Banerjee et al. (2007) diseñan un experimento aleatorio y encuentran que, en los barrios pobres urbanos de la India, el uso de un programa de aprendizaje asistido por ordenador tiene un efecto positivo y significativo sobre los resultados de matemáticas. Asimismo, Spieza (2010) analiza el impacto de las nuevas tecnologías en los resultados académicos de los estudiantes de nivel secundario para todos los países participantes en el cuestionario PISA 2006. El autor concluye que el uso de TIC en el hogar tiene un efecto mayor que el uso de TIC en la escuela y, por tanto, cuestiona las políticas dirigidas a la incorporación de ordenadores en el ámbito escolar.

Mediante un modelo de ecuaciones estructurales, Aristizabal et al. (2009) examinan la incidencia de las TIC en el hogar y en la escuela sobre el rendimiento educativo en Colombia. De acuerdo a sus resultados, las TIC tienen un efecto positivo, siendo su impacto mayor en la escuela. Sobre la base de un diseño experimental en escuelas primarias de Ecuador, Carrillo et al. (2010) concluyen que las nuevas tecnologías tienen un impacto positivo en los resultados de matemáticas. Por su parte, Cristia et al. (2012) estudian el impacto del programa “Una Laptop por chico” en Perú y hallan un impacto positivo sobre las habilidades generales de los estudiantes de escuelas primarias del sector rural.

En la misma línea, Botello y Rincón (2014) analizan datos de algunos países de América Latina y encuentran que el acceso a Internet en los hogares de los estudiantes mejora su rendimiento promedio, mientras que la tenencia de ordenadores también lo hace y en mayor medida. También hallan que los resultados educativos son mejores cuanto mayor es el ratio de ordenadores por alumno de las escuelas. Asimismo, Mediavilla y Escardíbul (2015) estudian el impacto de las TIC sobre el rendimiento educativo a partir de datos de PISA 2012 para España. Concluyen que existe un efecto positivo de las tecnologías sobre los logros educativos, aunque destacan que dicho impacto es mayor en el área de matemática que en el de ciencias o lengua. También aclaran que existen diferencias en relación a cuál es la variable TIC considerada.

Por su parte, Formichella et al. (2015) utilizan técnicas de emparejamiento para controlar las diversas características personales,

familiares y escolares de los alumnos del nivel medio argentino, con y sin ordenador conectado a Internet en el hogar, y concluyen que la disponibilidad de TIC en el hogar no sólo aumenta el rendimiento educativo sino que, también, disminuye el fracaso escolar. Por último, Alderete y Formichella (2016) corroboran que existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento educativo promedio derivadas de la participación en el programa “Conectar Igualdad” en Argentina.

El segundo grupo de estudios argumenta, esencialmente, que los recursos tecnológicos no producen, por sí mismos, mejoras en el rendimiento escolar. Para que la introducción de nuevas tecnologías sea exitosa en términos educativos, se requieren acciones y actividades adicionales que generen una verdadera innovación en las prácticas de enseñanza-aprendizaje tradicionales, y que aseguren un uso apropiado, eficiente y eficaz del nuevo entorno tecnológico (Santín y Sicilia, 2014). Esto significa que las capacidades humanas y organizativas son necesarias para aprovechar adecuadamente el potencial de los nuevos recursos tecnológicos. En esta línea se ubican Angrist y Lavy (2002), quienes evalúan un programa para incrementar la disponibilidad de ordenadores en las escuelas de Israel. Los autores concluyen que el uso de herramientas informáticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje tiene efectos significativos y negativos en los resultados de matemáticas para los estudiantes de cuarto grado, mientras que no observan efectos significativos en los logros educativos de otras competencias en grados superiores. Por su parte, Fuchs y Woessman (2005) analizan los resultados de PISA 2000 para 31 países y encuentran que –una vez que se controlan las características del estudiante, la familia y la escuela– el acceso a ordenadores en el hogar afecta negativamente a los resultados educativos mientras que el acceso en la escuela no se relaciona con dichos resultados. Por el contrario, los autores evidencian la existencia de una relación positiva entre el uso del ordenador en el hogar y el rendimiento académico de los estudiantes, así como una relación con forma de U-invertida con respecto a su uso en la escuela –con resultados académicos inicialmente crecientes y, eventualmente, decrecientes a medida que se incrementa la intensidad de dicho uso.

Por otra parte, Goolsbee y Guryan (2006) no encuentran cambios en el rendimiento escolar luego de evaluar la aplicación del programa “E-Rateen” que brinda subsidios para el uso de internet en las escuelas de

Estados Unidos. De manera similar, Leuven et al. (2007) no encuentran que la política de subsidios para ordenadores y software en escuelas holandesas haya tenido un efecto positivo en el desempeño de los estudiantes. Witte y Rogge (2014) utilizan datos de Holanda, de la prueba “Trends in International Mathematics and Science Study” (TIMSS), y aplican una técnica de emparejamiento para construir artificialmente un grupo de control y uno experimental utilizando la variable disponibilidad e intensidad del uso de TI como tratamiento. Los autores no encuentran diferencias significativas en los resultados de la prueba. En la misma línea, Barrera-Osorio y Linden (2009) evalúan los resultados del programa “Computadoras para la Educación” en Colombia y concluyen que la introducción de ordenadores en los centros educativos no tiene efecto sobre los resultados del aprendizaje. Torres y Padilla (2015) también rechazan la hipótesis de que las TIC afecten favorablemente el rendimiento académico de los estudiantes colombianos. Por su parte, Severín et al. (2012) llegan a un resultado similar con el programa peruano “Una Laptop por niño”, contrario a lo hallado por Cristia et al. (2012). Los autores sugieren que las TIC son una condición necesaria pero no suficiente para mejorar los logros académicos; también se requiere que los docentes posean ciertas habilidades para incorporar el nuevo entorno tecnológico en sus prácticas de enseñanza (Córdoba y Herrera, 2013). Asimismo, Muñoz y Ortega (2014) encuentran que los programas de incorporación del uso de las TIC en la enseñanza en Chile no han tenido efectos significativos sobre los logros educativos. Por último cabe destacar, el trabajo de Sprietsma (2012) quien, al estimar la incidencia del acceso y uso de ordenadores e Internet sobre la adquisición de competencias en las escuelas de Brasil, encuentra un impacto negativo sobre los resultados de las pruebas de matemáticas y lectura.

A partir de esta revisión de la literatura internacional, se observa que este tema es aún objeto de discusión. Para el caso español, tampoco existe un claro consenso sobre el efecto causal de las nuevas tecnologías en el rendimiento educativo. Cabras y Tena (2013) encuentran una moderada evidencia sobre el efecto positivo del uso de ordenadores en el rendimiento de los estudiantes, aplicando técnicas bayesianas de regresión no paramétrica a datos de PISA 2012. Dicho efecto es significativamente mayor en el caso de alumnos que pertenecen a entornos socio-económicos más desfavorecidos, lo cual sugiere que las actuaciones de política en este ámbito puede ser un medio para lograr

mayor equidad. Por otra parte, Calero y Escardíbul (2007) y Cordero et al. (2012) utilizan variables TIC como variables de control en sus respectivos estudios sobre los determinantes del rendimiento educativo español mediante técnicas multinivel. En base a datos PISA 2003, Calero y Escardíbul (2007) encuentran que el ratio de ordenadores por estudiante no es significativo. Con datos de PISA 2009, Cordero et al. (2012) también encuentran que dicha variable no es significativa, mientras que la disponibilidad de ordenador en el hogar afecta positiva y significativamente al rendimiento educativo.

Escardíbul y Mediavilla (2015) es el primer estudio en España que encuentra efectos diferenciales sobre el rendimiento escolar en función de la variable TIC. Los resultados del modelo multinivel con datos de PISA 2012 muestran que el impacto global de las nuevas tecnologías es mayor en el caso de la competencia matemática que en la competencia lectora (en especial debido al efecto positivo del *acceso* a recursos tecnológicos en el hogar y en la escuela). Sin embargo, el *uso* de TIC muestra efectos negativos en el rendimiento de los estudiantes (tanto en el hogar como en la escuela en el caso de la competencia lectora, y únicamente en la escuela en la matemática).

El presente trabajo de investigación contribuye a este debate sobre los potenciales efectos diferenciales de las variables asociadas a las TIC en el rendimiento educativo de los estudiantes españoles. A diferencia de Escardíbul y Mediavilla (2015), se estudia esta cuestión mediante un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), el cual otorga mayor flexibilidad que el análisis de regresión a la hora de evaluar las relaciones causales entre acceso a TIC, uso de TIC y desempeño académico.

Metodología, datos y variables

Fuente de datos y variables empleadas

La investigación empírica utiliza los datos del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) elaborado por la OCDE. En particular, se utilizan datos de PISA para España correspondientes al año 2012. PISA se implementa cada tres años desde el año 2000. Su objetivo es evaluar en qué medida los alumnos de 15 años de edad, próximos a terminar el ciclo de educación obligatoria,

han adquirido las competencias necesarias para desarrollar su vida adulta y participar adecuadamente en las sociedades modernas. Cada año, PISA se centra en una competencia de aprendizaje: matemáticas, lengua o ciencias, asimismo, cada año evalúa las dos competencias restantes de manera complementaria (OCDE, 2013).

Cabe mencionar que, si bien las pruebas estandarizadas de aprendizaje –como es el caso de PISA– poseen imperfecciones y son criticadas por las mismas (Llach et al., 1999), en este momento no existe una fuente de información estadística alternativa que pueda ser utilizada como *proxy* de la calidad de los resultados educativos.

La escala de puntuaciones de las pruebas PISA varía de 0 a 800 y es elaborada de forma tal que la media es 500 y el desvío estándar 100. Los resultados de las evaluaciones se presentan bajo la forma de valores plausibles (PV) y constituyen una representación del conjunto de capacidades en un estudiante. Teniendo en cuenta que el objetivo de PISA es evaluar las destrezas de una población y no de cada individuo en particular, cada alumno responde a un cierto número de ítems y se estima como hubiera contestado en todos los casos. Por ello, el equipo de PISA elabora cinco valores plausibles para cada área a partir de la información obtenida, y explica que el método correcto para estimar consistentemente cualquier estadístico es hacerlo con cada uno de estos cinco valores separadamente y, luego, calcular su promedio (OCDE, 2009).

En este trabajo, se plantea un modelo que se replica para cada una de las competencias estudiadas en PISA y, dado que cada competencia tiene asociados cinco valores plausibles, se procede a estimar el modelo cinco veces para cada competencia. Luego, se calculan los parámetros del modelo en cada área como promedio de los resultados obtenidos.

A continuación, se describen las variables provistas por la base de datos PISA que luego se utilizan en el modelo propuesto:

- ICTHOME: Índice que indica la disponibilidad de TIC en el hogar.
- ICTSCH: Índice que indica la disponibilidad de TIC en la escuela.
- TCSHORT: Índice que representa la escasez de profesores. Valores más altos indican un mayor grado de problemática por falta de profesores calificados.
- HEDRES: Índice que representa la cantidad de recursos educativos del hogar. Considera si el alumno posee un escritorio, un lugar tranquilo para estudiar, ordenador, un software educativo, libros y

diccionario.

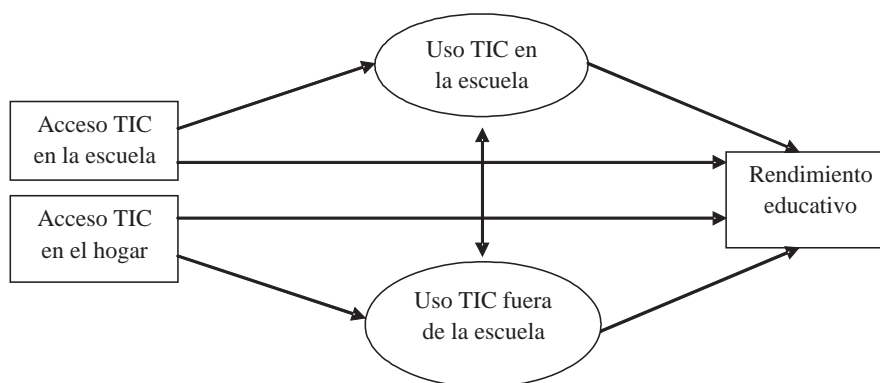
- SCMATBUI: Índice que representa la calidad edilicia del establecimiento educativo.
- PARED: Índice continuo que indica el número máximo de años de educación completado por ambos padres. Surge de considerar el nivel más alto entre padre y madre.
- NSP: Nivel Socioeconómico Escolar Promedio. Es el promedio del índice *ESCS* de la escuela. El indicador *ESCS* resume información sobre el nivel socio-económico del hogar del estudiante (educación de los padres, estatus ocupacional de los padres, posesiones materiales y culturales del hogar).
- IC10Q03: Frecuencia con que el estudiante utiliza la WEB en la escuela para estudiar o hacer tareas.
- IC10Q08: Frecuencia con que el estudiante utiliza el ordenador en la escuela para estudiar o hacer tareas.
- IC09Q01: Frecuencia con que el estudiante utiliza la WEB fuera de la escuela para estudiar o hacer tareas.
- IC09Q06: Frecuencia con que el estudiante utiliza el ordenador fuera de la escuela para estudiar o hacer tareas.

Las variables observadas en PISA que indican frecuencia de uso son de tipo ordinal y están compuestas por las respuestas a las siguientes opciones: 1) Nunca o casi nunca; 2) Una o dos veces por mes; 3) Una o dos veces por semana; 4) Casi todos los días; 5) Todos los días.

Metodología

Esta investigación examina la relación causal entre el acceso a las TIC, el uso de las TIC y el rendimiento educativo, y se focaliza en el rol mediador del uso de las TIC. La pregunta de investigación plantea que el acceso a las TIC impacta en el rendimiento educativo mediado por el uso de las TIC. Es decir, que el acceso a las TIC posee tanto un efecto directo sobre el rendimiento educativo como indirecto, mediado por su uso. El marco conceptual se describe en el Gráfico 1.

GRAFICO I. Marco conceptual



Fuente: Elaboración propia.

Para examinar dichas relaciones, se emplea un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM). Un modelo estructural se define como aquel en el cual los parámetros no sólo son de naturaleza descriptiva, sino también de una naturaleza causal (Bollen, 1989). La presencia de relaciones causales entre las variables que lo componen es un elemento fundamental. Resumidamente, los SEM son una familia de modelos estadísticos multivariantes que permiten estimar el efecto y las relaciones entre múltiples variables. Los aspectos salientes de estos modelos son: la representación gráfica de las relaciones causales, el planteo de hipótesis sobre los efectos causales entre las variables y la concatenación de efectos entre variables.

Una de las principales ventajas de estos modelos respecto a los modelos de regresión es que están dotados de una mayor flexibilidad y son menos restrictivos al permitir incluir errores de medida tanto en las variables criterio (dependientes) como en las variables predictoras (independientes) (Ruiz et al., 2010).

Por ello, su principal utilidad es que permiten plantear el tipo y dirección de las relaciones entre las variables para, posteriormente, estimar los parámetros que se especifican mediante las relaciones propuestas a nivel teórico. Por tal razón, también se denominan modelos confirmatorios, dado que el interés fundamental es “confirmar”, a través

del análisis de la muestra, las relaciones propuestas sobre la base de la teoría utilizada como referencia (Ruiz et al., 2010).

En resumen, los modelos de ecuaciones estructurales deben satisfacer tres condiciones para definir una relación causal: aislamiento, asociación y dirección de la causalidad. Sin embargo, no es fácil obtener cada una de estas condiciones, en particular la condición de aislamiento que requiere que la relación causal (causa-efecto) no sea influenciada por otros factores. Asimismo, cabe destacar que la existencia de una relación causal entre las variables debe venir sustentada por la articulación teórica del modelo y no por su estimación con datos de tipo transversal (Ruiz et al., 2010).

Por otro lado, cabe mencionar que los modelos SEM suelen utilizar dos tipos de variables: observadas y latentes. Las variables latentes no son susceptibles de medición, por naturaleza, así como tampoco poseen una definición precisa. A diferencia de las variables observadas, las cuales representan las características observables de un fenómeno y se pueden medir de forma directa, los fenómenos asociados a variables latentes carecen de la posibilidad de medición. De esta manera, las variables latentes pueden aparecer como combinaciones lineales de las variables observadas.

Los modelos de ecuaciones estructurales generalmente se describen por medio de un diagrama de trayectorias y de un sistema de ecuaciones. En los gráficos, las variables observadas se representan mediante rectángulos y las latentes por medio de elipses o círculos. Por otra parte, el sistema de ecuaciones consta de dos partes importantes: el modelo de medida y el modelo estructural. La evaluación tanto de los modelos de medida como del modelo estructural es necesaria para el correcto desarrollo de la técnica (Barclay et al., 1995).

El modelo de medida define la construcción de cada variable o constructo latente mediante sus indicadores observables y los errores que afectan a sus mediciones. Por otro lado, el modelo de relaciones estructurales es el que realmente se desea estimar y se compone de los efectos y relaciones entre los constructos, los cuales serán normalmente variables latentes.

Los modelos de ecuaciones estructurales pueden ser expresados de forma general mediante las siguientes ecuaciones matriciales (Jöreskog, 1973):

$$\eta = B\eta + \tau\xi + \zeta \quad (1)$$

Donde η representa el vector de variables aleatorias latentes endógenas de dimensión $m \times 1$; ξ representa al vector de variables aleatorias latentes exógenas de dimensión $n \times 1$; B representa la matriz de coeficientes que rigen las relaciones entre las variables endógenas y tiene una dimensión $m \times m$; τ representa la matriz de coeficientes que rigen las relaciones entre las variables exógenas y cada una de las endógenas, o dicho de otro modo, los efectos de ξ sobre η , su dimensión es $m \times n$; y ζ representa al vector de perturbaciones o errores, de orden $m \times 1$.

Asimismo, junto con el modelo estructural se presenta el modelo de medida. Éste se rige por dos ecuaciones; una que mide las relaciones entre las variables latentes endógenas y sus variables observadas:

$$\gamma = \Lambda_{\gamma} \eta + \varepsilon \quad (2)$$

Donde γ es el vector de p variables observables ($p \times 1$); Λ_{γ} es la matriz de coeficientes que muestran las relaciones entre las variables latentes y las observadas ($p \times m$), la cual también es llamada matriz de cargas; ε es el vector de errores ($p \times 1$).

La segunda ecuación del modelo de medida es la que rige las relaciones entre las variables latentes exógenas y sus variables observables:

$$x = \Lambda_x \eta + \delta \quad (3)$$

Donde x es el vector de p variables observables ($q \times 1$); Λ_x es la matriz de coeficientes o de cargas que muestran las relaciones entre las variables latentes y las observadas ($q \times m$); δ es el vector de errores ($q \times 1$).

La estimación del modelo se basa en el método de máxima verosimilitud el cual supone el cumplimiento de normalidad. Sin embargo, una ventaja de los modelos SEM es que son robustos a la falta de cumplimiento de este supuesto (Schermele-Engel et al., 2003). Para su estimación se ha utilizado el paquete estadístico Stata 12.

En este trabajo, el modelo estructural está comprendido de tres partes, siendo tres las variables endógenas del modelo estructural: Uso de las TIC fuera de la escuela, Uso de las TIC en la escuela y Rendimiento educativo. A continuación, la Tabla 1 indica las variables que son incluidas en el modelo estructural a estimar.

TABLA I. Orden explicativo de las variables propuestas

Variab<i>l</i>es independientes (Exógenas)	Variab<i>l</i>es dependientes (endógenas)
<u>Observadas:</u>	<u>Observadas:</u>
Acceso TIC en el hogar (ICTHOME)	Rendimiento Educativo (PVMATH, PVREAD y PVSCIE)
Acceso TIC en la escuela (ICTSCH)	<u>Latentes:</u>
Escasez de docentes (TCSHORT)	Uso de las TIC fuera de la escuela (Uso_fuera)
Cantidad de recursos educativos en el hogar (HEDRES)	Uso de las TIC en la escuela (Uso_escuela)
Calidad de la infraestructura escolar (SCMATBUJ)	
Nivel educativo de los padres (PARED)	
Nivel socioeconómico escolar promedio (NSP)	

Fuente: Elaboración propia

Las hipótesis a contrastar en el modelo estructural planteado son las siguientes:

Uso de las TIC fuera de la escuela

H1: el acceso a las TIC en el hogar ejerce un efecto significativo y positivo sobre el uso de las TIC fuera de la escuela.

H2: el uso de las TIC en la escuela ejerce un efecto significativo y positivo sobre el uso de las TIC fuera de la escuela.

Uso de las TIC en la escuela

H3: el acceso a las TIC en la escuela ejerce un efecto significativo y positivo sobre el uso de las TIC en la escuela.

H4: el uso de las TIC fuera de la escuela ejerce un efecto significativo y positivo en el uso de las TIC en la escuela.

Rendimiento educativo

H5: el acceso a las TIC en el hogar ejerce un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H6: el acceso a las TIC en la escuela ejerce un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H7: el uso de las TIC fuera de la escuela ejerce un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H8: el uso de las TIC en la escuela ejerce un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H9: el nivel educativo de los padres del estudiante ejerce un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H10: la cantidad de recursos educativos del hogar posee un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

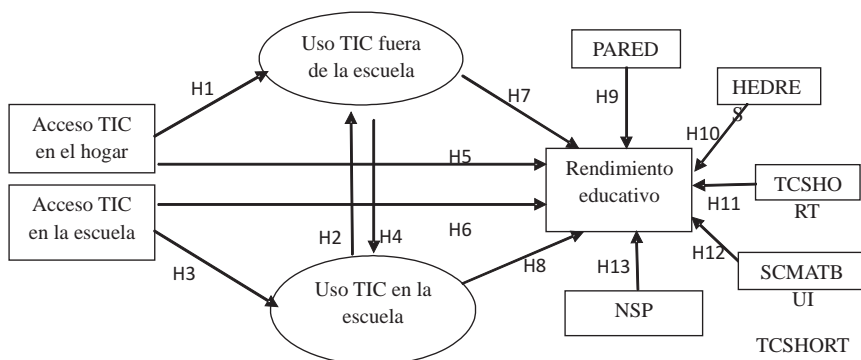
H11: la escasez de personal docente en el centro escolar al que asiste el estudiante tiene un efecto significativo y negativo en el rendimiento educativo.

H12: la calidad de la infraestructura de la escuela a la que asiste el estudiante tiene un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

H13: el nivel socio-económico promedio de la escuela a la que asiste el estudiante tiene un efecto significativo y positivo en el rendimiento educativo.

El modelo estructural es usualmente descripto mediante un diagrama de trayectoria o camino. De este modo, el Gráfico 2 distingue los determinantes del rendimiento educativo, y las relaciones entre rendimiento educativo, uso de las TIC en la escuela y fuera de la escuela, y acceso a las TIC en la escuela y en el hogar.

GRÁFICO 2. Determinantes del rendimiento educativo en el modelo estructural



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al Gráfico 2, el modelo que se estima consta de dos variables latentes endógenas mediadoras: Uso de las TIC en la escuela (denominada *Uso_escuela*) y Uso de las TIC fuera de la escuela (denominada *Uso_fuera*). Estas variables están libres del efecto de los errores de medición, tal como ocurre con el modelo de factor común del análisis factorial. Por lo tanto, en primer lugar, se estima un modelo de medida para crear cada constructo latente a partir de variables observables (exógenas) sobre actividades y tipos de uso.

Las variables observables que componen el constructo *Uso_escuela* son: IC10Q03 (frecuencia de uso de la WEB en la escuela para hacer la tarea) y IC10Q08 (frecuencia de uso del ordenador en la escuela para realizar las tareas). Mientras que las que componen el constructo *Uso_fuera* son: IC09Q01 (frecuencia de uso de la WEB fuera de la escuela para hacer la tarea) y IC09Q06 (frecuencia de uso del ordenador fuera de la escuela para realizar las tareas).

En segundo lugar, se incluyen en el modelo estructural otros determinantes del rendimiento educativo, distintos al acceso y uso de las TIC. En el modelo planteado, se supone que los determinantes del rendimiento educativo son nueve, de los cuales dos son variables latentes que actúan como variables mediadoras: *Uso_fuera* y *Uso_escuela*. De esta forma, los determinantes que tendrían una influencia tanto directa como indirecta en el rendimiento educativo, por estar mediados por el uso de las TIC, son el acceso TIC en la escuela (ICTSCH) y en el hogar (ICTHOME). Asimismo, en el modelo se introducen tanto variables de control a nivel escuela –escasez de docentes (TCSHORT), calidad de la infraestructura (SCMATBUI) y nivel socioeconómico escolar promedio (NSP)– como a nivel hogar –nivel educativo de los padres (PARED) y disponibilidad de recursos educativos (HEDRES) –.

Resultados

A continuación, se examinan los resultados obtenidos sobre la base de las hipótesis propuestas. En principio, se comienza por analizar la construcción de las variables latentes: Uso de TIC en la escuela y Uso de TIC fuera de la escuela, definidas como variables mediadoras.

El modelo de medida analiza la valoración de la fiabilidad individual de los ítems que componen cada constructo. Tanto la Tabla 2 como el

Gráfico 3 muestran los factores que construyen las variables Uso de TIC en la escuela y Uso de TIC fuera de la escuela en cada una de las competencias analizadas por PISA. Se puede apreciar en la Tabla 2 que las pruebas z para cada una de las variables indicadoras presentan coeficientes significativamente distintos de cero. Por lo tanto, estas variables observadas proveen significado al constructo diseñado con base en la teoría.

TABLA 2. Modelo de Medida Uso TIC en la escuela y fuera de la escuela

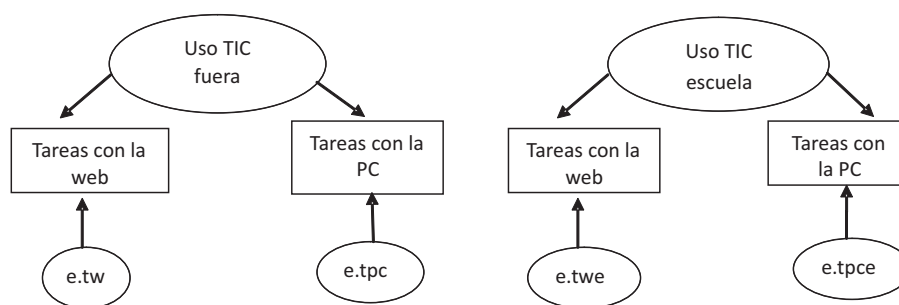
Constructos latentes		Modelo con Matemática		Modelo con Lectura		Modelo con Ciencia	
Variables	Factores que las componen	Coef.	p-valor	Coef.	p-valor	Coef.	p-valor
Uso_ fuera	Uso tarea web fuera		(constrained)		(constrained)		(constrained)
	Uso tarea PC fuera	1.576	0.000	1.5724	0.000	1.5942	0.000
Uso_ escuela	Uso tarea web escuela		(constrained)		(c)		(c)
	Uso tarea PC escuela	0.7928	0.000	0.8019	0.000	0.8023	0.000

Fuente: Elaboración propia

En los modelos SEM la evaluación del ajuste del modelo implica tener en consideración varias medidas y criterios en forma simultánea, es decir no existe un único test de significancia para identificar el modelo correcto. Generalmente, el criterio de ajuste del modelo indica en qué medida el modelo especificado se ajusta a los datos empíricos. Sólo una medida de ajuste, el test de Chi Cuadrado, χ^2 , posee un test de significancia asociado, mientras que el resto de las medidas son descriptivas. Sin embargo, el problema de este test es que con tamaños crecientes de la muestra y un número constante de grados de libertad, el valor de Chi Cuadrado se incrementa. Por lo tanto, se podría rechazar el modelo basado sólo en la significancia de este test aun cuando la discrepancia entre la muestra y la matriz de covarianza implicada del modelo sea irrelevante. Con lo cual,

no debe prestarse demasiada atención a la significancia de este estadístico (Schermelleh-Engel y Moosbrugger, 2003).

GRÁFICO 3. Modelo de medida de Uso TIC en la escuela y fuera de la escuela



Fuente: Elaboración propia. Donde et son los errores de cada una de las variables observadas.

Para evaluar el ajuste global del modelo estimado, se examinan las medidas absolutas de ajuste en la Tabla 3. Existe un ajuste perfecto cuando hay una correspondencia perfecta entre la matriz reproducida por el modelo y la matriz de observaciones. La magnitud del estadístico Chi-cuadrado en el modelo propuesto es alta en las tres competencias analizadas – Chi Cuadrado (28) = 1639,3 al considerar el rendimiento en matemática, Chi Cuadrado (28) = 1931,9 al estudiar los logros en lectura y Chi Cuadrado (28) = 1729,7 en ciencias– y presenta un p-valor de 0 en todos los casos. Dado que se consideran aceptables valores del estadístico Chi-cuadrado cercanos a cero, el modelo global no presenta, en principio, una bondad de ajuste adecuada. Sin embargo, como se ha mencionado previamente, es factible que en muestras grandes, el estadístico χ^2 no sea una buena medida de bondad de ajuste, ya que se tiende a rechazar la hipótesis nula. Por ese motivo, dado que la muestra aquí utilizada es grande, se recurre a otros estadísticos de ajuste.

En este sentido, si se considera el error de aproximación cuadrático medio (RMSEA) o raíz del error cuadrático de aproximación, se observa que éste es inferior a 0,10 en los tres casos considerados, lo cual muestra

que el límite inferior del intervalo de confianza del 90% es inferior a 0,05 y, por lo tanto, el ajuste es bueno.

Por otro lado, la raíz cuadrada media residual (RMR) de Jöreskog y Sörbom (1981) es una medida general de “maldad” de ajuste (en contraposición a bondad de ajuste) que se basa en los residuos ajustados. En principio, valores cercanos a cero sugieren un ajuste correcto. Sin embargo, esta medida es dependiente de la escala de las variables. Para sobrellevar este problema, se introduce la raíz cuadrada media residual estandarizada (SRMR) (Bentler, 1995). Nuevamente, un valor de cero indica un ajuste perfecto. Una regla usualmente aceptada es que SRMR tendría que ser inferior a 0.05 para afirmar que se evidencia un buen ajuste.

TABLA 3. Bondad de ajuste del modelo

Estadístico	Valor		
	Matemática	Lengua	Ciencias
χ^2 (28)	1639,3	1931,9	1729,7
$p > \chi^2$	0	0	0
RMSEA	0,056	0,056	0,056
SRMR	0,028	0,03	0,029

Fuente: Elaboración propia.

Una vez verificada la bondad de ajuste del modelo, se procede a analizar el modelo estructural. En las siguientes tablas (Tabla 4 y 5) se presentan los resultados obtenidos al estimar el modelo con datos de rendimiento en matemática, lengua y ciencias, separadamente:

TABLA 4. Modelo estructural. Primera parte

Variables explicativas	Variable explicada: Uso_TIC fuera de la escuela					
	Rendimiento en matemática		Rendimiento en lengua		Rendimiento en ciencias	
	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z
ICTHOME	0,019	0	0.019	0	0.018	0
Uso_escuela	0.399	0	0.402	0	0.399	0

Variables explicativas	Variable explicada: Uso_TIC escuela					
	Rendimiento en matemática		Rendimiento en lengua		Rendimiento en ciencias	
	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z
ICTSCH	0.301	0	0.299	0	0.299	0
Uso fuera	0.185	0	0.187	0	0.185	0

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información de la Tabla 4 puede decirse que el uso de las TIC fuera de la escuela es influenciado significativa y positivamente tanto por el acceso a las TIC en el hogar (H1) como por el uso de las TIC en la escuela (H2). Asimismo, el uso de las TIC en la escuela es afectado positivamente tanto por el acceso a las TIC en la escuela (H3) como por el Uso de las TIC fuera de la misma (H4).

De este modo, puede afirmarse que –a partir de la muestra de datos utilizada– se confirman las hipótesis uno a cuatro presentadas previamente. Esto se verifica al estimar el modelo para cada una de las competencias estudiadas por PISA.

Por otra parte, según los datos de la Tabla 5, el acceso a las TIC en el hogar y el uso de las TIC fuera de la escuela tiene una incidencia estadísticamente significativa y positiva sobre el rendimiento educativo, teniendo en cuenta las tres competencias analizadas. Esto confirma las hipótesis 5 y 7 planteadas en la sección anterior. Estos resultados corroboran los hallazgos de varios autores (Alderete y Formichella, 2016; Formichella et al., 2015; Mediavilla y Escardibul, 2015; Botello y Rincón, 2014; Biagi y Loi, 2013; y Spiezza, 2010) sobre el efecto positivo del acceso y uso de TIC en el hogar; contrariamente a Fuchs y Woessman (2005).

Asimismo, el acceso y el uso de las TIC en la escuela tienen una incidencia estadísticamente significativa en los logros educativos medidos en matemática, lengua y ciencias. Sin embargo, al contrario de lo propuesto en las hipótesis 6 y 8 el efecto hallado es negativo, y según los valores de los coeficientes estimados, la influencia del uso es mayor a la del acceso. Cabe destacar que este resultado en relación al uso de las TIC en la escuela coincide con lo hallado por Escardíbul y Mediavilla (2015), también para el caso español. De la misma manera, otros autores han demostrado la existencia de un efecto negativo de las TIC en la escuela (Torres y Padilla, 2015; Severín et al., 2012; Angrist y Levy, 2002). Sin embargo, este resultado difiere de Cristia et al. (2012), Aristizabal et al. (2009) y Machin et al. (2007) según los cuales las TIC en la escuela poseen un impacto positivo en los logros educativos; y en algunos casos un efecto mayor al uso de las TIC en el hogar.

TABLA 5. Modelo estructural. Segunda parte

Variables explicativas	Variables explicadas					
	Matemática		Lengua		Ciencias	
	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z	Coefficiente	p>z
Uso_fuera	8.1107278	0.001	8.8553852	0.0006	5.1890628	0.0336
Uso_escuela	-9.924203	0	-11.395414	0	-10.530084	0
ICTHOME	4.0611904	0	2.9447634	0	3.0883598	0
ICTSCH	-2.5195672	0.0006	-4.6334244	0	-3.8530304	0
PARED	3.9601634	0	3.683286	0	3.8100302	0
HEDRES	11.551576	0	12.812082	0	11.022038	0
SCMATBUI	-1.1126997	0.0502	-0.67572642	0.2552	-0.88330246	0.1036
TCSHORT	-0.52599708	0.3536	-0.5175676	0.38	0.29892422	0.5952
NSP	35.034324	0	34.394104	0	28.75466	0

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 5, las variables de control relacionadas con el hogar han resultado ser estadísticamente significativas –tanto la educación de los padres como la disponibilidad de recursos educativos–. Mientras

que, de las variables de control relacionadas con el ámbito escolar, sólo ha sido significativa la que refleja el nivel socioeconómico promedio del alumnado para las tres competencias analizadas. Los coeficientes que acompañan a las tres últimas variables mencionadas tienen signo positivo, lo cual coincide con la literatura sobre el tema (Formichella y Krüger, 2013) y verifica las hipótesis 9, 10 y 13 del presente trabajo.

Por lo tanto, los factores que significativamente y positivamente explican el rendimiento educativo son el acceso a las TIC en el hogar (H5), el uso de las TIC fuera de la escuela (H7), el nivel educativo de los padres (H9), la disponibilidad de recursos educativos (H10) y el nivel socioeconómico promedio del alumnado (H13).

Como puede observarse, el Uso de las TIC fuera de la escuela (*uso_fuera*) es una variable mediadora y refuerza el efecto positivo del acceso a las TIC en el hogar sobre el rendimiento educativo. Es decir, la disponibilidad de TIC en el hogar tiene un efecto directo en el rendimiento educativo y a su vez indirecto, mediado por su uso.

Asimismo, el Uso de las TIC en la escuela (*uso_escuela*) es también una variable mediadora y refuerza el efecto negativo del acceso a las TIC en la escuela sobre el rendimiento educativo. Es decir, la disponibilidad de TIC en la escuela tiene un efecto directo en el rendimiento educativo y a su vez uno indirecto, mediado por su uso.

Sin embargo, cabe señalar que el uso de las TIC en la escuela tiene un efecto positivo sobre el uso de las TIC fuera de la escuela, el cual, a su vez, tiene un efecto positivo sobre el rendimiento. Por ende, el uso de las TIC en la escuela produce una mejora en los logros educativos de manera indirecta por medio del uso de las TIC fuera del establecimiento (*uso_fuera* es también una variable mediadora, en este caso entre *uso_escuela* y rendimiento).

De igual modo, la variable *uso_fuera* afecta positivamente al uso de las TIC en la escuela, la cual afecta negativamente al rendimiento. En este caso, el uso de las TIC fuera del establecimiento tiene un efecto directo positivo sobre los resultados escolares, pero también tiene un rol potenciador del efecto negativo del uso de las TIC en la escuela, práctica que se observa como desfavorable a la hora de alcanzar logros educativos.

Conclusiones

Este trabajo brinda un aporte al debate acerca del rol de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación. A partir de datos de la prueba PISA 2012 para España, se ha estimado un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) para medir el efecto tanto del acceso como del uso de las TIC sobre los resultados educativos en matemáticas, lengua y ciencias. En particular, se examina el efecto mediador del uso de las TIC tanto en el hogar como en la escuela.

Por un lado, se ha verificado la hipótesis de que el acceso a las TIC en el hogar mejora el rendimiento escolar. Esto puede explicarse por las facilidades que brindan las TIC a la hora de buscar información, resolver problemas o realizar trabajos bajo la utilización de programas informáticos específicos.

De igual modo, se ha observado que el efecto positivo de la disponibilidad de TIC en el hogar se ve potenciado por el uso de las TIC fuera de los colegios. Es decir, si bien el acceso tiene un efecto directo, éste puede volverse más eficiente si se hace un uso adecuado de la tecnología. Por lo tanto, el acceso a las TIC en el hogar tiene también un efecto indirecto, mediado por el uso de las TIC fuera del hogar. Cuanto más frecuentemente los estudiantes usen la computadora e Internet fuera de la escuela para hacer las tareas escolares, mayor será el impacto del acceso a las TIC sobre el rendimiento educativo. El planteo del uso de las TIC como una variable mediadora es un aporte del trabajo que podría explicar las razones por las cuales otros autores no han hallado resultados significativos de las TIC sobre el rendimiento educativo (Witte y Rogge, 2014; Muñoz y Ortega, 2014; Barrera-Osorio y Linden, 2009; Goolsbee y Guryan, 2006).

Por otra parte, se ha encontrado que las bondades de las TIC fuera de la escuela no se reproducen en el interior de la escuela. Este resultado que, en principio, puede parecer contradictorio con el expresado anteriormente puede explicarse por diferentes vías. Una de ellas se relaciona con la idea de educabilidad. La educabilidad hace referencia a las condiciones sociales necesarias para que un individuo pueda ir a la escuela y participar exitosamente de las clases (López, 2006). Dichas condiciones se refieren a aspectos de desarrollo cognitivo básico, producidos en los primeros años de vida y se vincula, por un lado, a la estimulación afectiva, la alimentación y las condiciones sanitarias; y por

el otro, con la socialización primaria de los chicos que los prepara a insertarse en una institución diferente a su familia (Tedesco, 2000).

La noción tradicional de educabilidad se refiere a que, de acuerdo a cómo está organizada la escuela “se espera” que los alumnos posean ciertas características para poder transitar por ella. Sin embargo, los alumnos difieren entre sí y no todos poseen los recursos necesarios para articular con lo que el sistema educativo ofrece. En este sentido, la introducción de las TIC en la escuela genera una nueva brecha digital ya que podría representar una nueva barrera para aquellos estudiantes que se encuentran en desventaja social y económica al ingresar al sistema escolar.

Con esto no se quiere desalentar el uso de tecnologías en el ámbito escolar, sino que se pretende hacer hincapié en cómo se utilizan y en qué medida se tienen en cuenta las diferentes condiciones de educabilidad de los estudiantes al ingresar en el sistema.

Asimismo, más allá de la cuestión de las diferencias de origen que puedan existir entre los estudiantes, la cuestión de cómo se usan las tecnologías también representa una posible explicación a los resultados obtenidos. Si las escuelas disponen de tecnologías, pero el uso que se desarrolla en las aulas no es el adecuado pueden generarse ineficiencias. Por ejemplo, puede ocurrir que se destine tiempo del proceso enseñanza-aprendizaje a la incorporación de las TIC pero que, al no hacerse un buen uso de las mismas, esto redunde en menos tiempo disponible para que los estudiantes logren comprender los contenidos curriculares.

En este sentido, las consideraciones de política que pueden derivarse del presente trabajo están relacionadas con la relevancia del monitoreo del uso de las TIC en las escuelas y con la necesidad de disminuir la brecha digital de origen entre los estudiantes. Los programas de inclusión digital, como el programa “Escuela 2.0” implementado en España, pueden constituirse con el tiempo en una herramienta útil para atenuar dichas brechas.

Asimismo, se presenta como primordial que los alumnos puedan hacer uso de las TIC fuera del establecimiento escolar. Es decir, se requiere que posean recursos informáticos en sus hogares o que puedan acceder a los mismos y utilizarlos de algún otro modo. Esta consideración está en concordancia con los programas de política de entrega de ordenadores a los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

- Acemoglu, D. y Autor, D. (2012). What Does Human Capital Do? A Review of Goldin and Katz's *The Race between Education and Technology*. *Journal of Economic Literature*, 50,2, 426-63.
- Alderete, M. V. y Formichella, M. M. (2016). The effect of ICTs on academic achievement: the Conectar Igualdad programme in Argentina, *Cepal Review*, 119, 83-100.
- Angrist, J. y Lavy, V. (2002). New evidence on classroom computers and pupil learning. *The Economic Journal*, 112, 735-65.
- Aristizabal, G., Caicedo, M. y Escandón D. (2009). Las Tecnologías de la Información y Comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar, Colombia 2006-2009. Disponible en: <http://2012.economicsofeducation.com>
- Banerjee, A., Cole S., Duflo E., Linden L. (2007). Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India, *Quarterly Journal of Economics*, 122, 1235-64.
- Barclay, D., Higgins, R. and Thompson, R. (1995). The partial least squares approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*, 2(2), 285-309.
- Barrera-Osorio, F. y Linden, L. (2009). The Use and Misuse of Computers in Education. Evidence from a Randomized Experiment in Colombia. *Policy Research Working Paper* N° 4836, World Bank, Washington D.C. <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-4836>
- Bentler, P.M.(1995). EQS Structural Equation Program Manual Encino, C.A: Multivariate Software, Inc.
- Biagi, F. y Loi M. (2013). Measuring ICT Use and Learning Outcomes: evidence from recent econometric studies. *European Journal of Education*, 48, 1, 28-42.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. New York, John Wiley & Sons.
- Botello, A.L.H. y Rincón, G.A. (2014). La influencia de las TIC en el desempeño académico de los estudiantes en América Latina: Evidencia de la prueba PISA 2012. *Memorias Virtual Educa*, Memorias VE2014: Lima, Perú, 2014.
- Cabras, S. y Tena, J. (2013). Estimación del efecto causal del uso de ordenadores en los resultados de los estudiantes en el test PISA 2012, en: INEE (ed.) *PISA 2012: Programa para la evaluación internacional*

- de los alumnos. *Informe español. Volumen II: Análisis secundario* (Madrid, INEE), 67-87.
- Calero, J. y Escardíbul, J. O. (2007). Evaluación de servicios educativos: el rendimiento en los centros públicos y privados medido en PISA-2003, *Hacienda Pública Española*, 183, 33-66.
- Carrillo, P., Onofa, M., y Ponce, J. (2010). Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador. *IDB Working Paper* N° 78. Disponible en: <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubIDB-WP-223.pdf>
- Cordero, J., Manchón, C. y Simancas, R. (2012). Análisis de los condicionantes del rendimiento educativo de los alumnos españoles en PISA 2009 mediante técnicas multinivel. *Presupuesto y Gasto Público*, 67, 71-96.
- Córdoba Gómez, F. y Herrera Mejía, H. (2013). Impacto del uso de objetos de aprendizaje en el desempeño en matemáticas de estudiantes de grado noveno. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 39, 47-58.
- Cristia, J., Ibarrarán, P., Cueto, S., Santiago, A. y Severín, E. (2012). Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program. *IDB Working Paper* N° 304. Disponible en: <http://www.iadb.org/en/research-and-data>
- Escardíbul, J.O. y Mediavilla, M. (2015). El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis por tipo de centro educativo (público/ privado). *XXIV Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación*. Madrid, Junio 2015.
- Formichella, M. y Krüger, N. (2013). El fracaso escolar en el nivel medio argentino: ¿es menos frecuente en las escuelas de gestión privada debido a su administración?. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 13, 3, 127-44.
- Formichella, M., Alderete, M. y Di Meglio, G. (2015). El acceso a las TIC en el hogar como determinante del rendimiento educativo en el nivel medio: un análisis para Argentina. Disponible en: 2015.economicsofeducation.com/user/pdfs sesiones/019.pdf
- Formichella, M. M. (2010). Educación y Desarrollo: Análisis desde la perspectiva de la Equidad Educativa interna y del Mercado Laboral. *Tesis de Doctorado en Economía*. Universidad Nacional del Sur.
- Fuchs, T. y Woessmann, L. (2005). Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of

- Computers at Home and at School. *ifo Working Paper N°8*. Munich: CESifo Group. Disponible en: [http://www.cesifo-group.de/pls/guest/download/Ifo%20Working%20Papers%20\(seit%202005\)/IfoWorkingPaper-8.pdf](http://www.cesifo-group.de/pls/guest/download/Ifo%20Working%20Papers%20(seit%202005)/IfoWorkingPaper-8.pdf)
- Goolsbee, A. y Guryan, J. (2006). The impact of internet subsidies in public schools. *The Review of Economics and Statistics*, 88, 2, 336-47.
- Hanushek, E. A. (1979). Conceptual and empirical issues in the estimation of educational production functions. *Journal of Human Resources*, 14, 351-88.
- Jöreskog, K. G. (1973). A general method for estimating a linear structural equation system. In A. S. Goldberger and O. D. Duncan (Eds.), *Structural Equation Models in the Social Sciences* (pp. 85–112). New York: Academic Press.
- Jöreskog, K. G. y Sörbom, D. (1989). *SPSS LISREL VII and PRELIS User's Guide and Reference*, 1st ed. Chicago: SPSS, Inc.
- Levin, H. M. (1974). Measuring Efficiency in educational production. *Public Finance Quarterly*, 2, 3-24.
- Leuven, E., M. Lindahl, H. Oosterbeek y D. Webbink (2007). The effect of extra funding for disadvantaged pupils on achievement. *The Review of Economics and Statistics*, 89, 4, 721-36.
- Llach, J., Montoya, S. y Roldán, F. (1999). *Educación para todos*. Ed. IERAL.
- Machin, S., McNally, S. y Silva, O. (2007). New technology in schools: is there a payoff?. *The Economic Journal*, 117, 1145-67.
- Mediavilla, M. y Escardíbul, J.O. (2015). El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis de género y titularidad de centro en las evaluaciones por ordenador. PISA 2012. *Informe Español: Madrid, España*.
- Muñoz, R. y Ortega, J. (2014). ¿Tiene la Banda Ancha y las TICs un Impacto Positivo sobre el Rendimiento Escolar? Evidencia para Chile. *El Trimestre Económico*, 82, 325, 53-87.
- OCDE (2009). *PISA Data Analysis Manual. SPSS*. (2da ed.). Ed. OECD Publishing. Paris.
- OCDE (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III)*. Paris: OECD Publishing.
- Rodriguez, P., Nussbaum, M. y Dombrowskaia, L. (2013). ICT for education: a conceptual framework for the sustainable adoption of technology

- enhanced learning environments in schools. *Technology, Pedagogy and Education*, 21, 3, 291-315.
- Ruiz, M.A., Pardo, A. y San Martín, R. (2010). Modelos de Ecuaciones Estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31,1, 34-45.
- Santín, D., y Sicilia, G. (2014). *Evaluar para mejorar: Hacia el seguimiento y la evaluación sistemática de las políticas educativas. Reflexiones sobre el sistema educativo español*. Fundación Europea Sociedad y Educación, España.
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H. y Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: tests of significance and descriptive goodness of fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8, 2, 23-74.
- Severín, E., Santiago, A., Cristia, J., Ibarrarán, P. Thompson J. y Cueto S. (2011). Evaluación del programa “una laptop por niño” en Perú: resultados y perspectivas. *BID Educación* N° 13. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Spiezza, V. (2010). Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level Evidence from PISA. *OECD Journal: Economic Studies*. Disponible en: <http://www1.oecd.org/eco/labour/49849896.pdf>
- Sprietsma, M. (2012). Computers as Pedagogical Tools in Brazil: A Pseudo-panel Analysis. *Education Economics*, 20, 1, 19-32.
- Sunkel, G. y Trucco, D. (Eds.) (2012). Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una Educación Inclusiva en América Latina - Algunos casos de buenas prácticas. Ed. Naciones Unidas: Santiago de Chile, Chile.
- Tedesco, J. C. (2000) *Educación en la sociedad del conocimiento*. Ed. Fondo de cultura económica.
- Torres Tovio, J. y Padilla Velásquez, A. (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. *Revista Electrónica Ingeniería al día*, 1,1, 15-23.
- Witte, K. y Rogge, N. (2014). Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education?. *Computers & Education*, 75, 173-84.

Dirección de contacto: San Andrés 800, Altos de Palihue, Bahía Blanca, Provincia Buenos Aires, Argentina. E-mail: mvalderete@iiess-conicet.gob.ar