

revista de **e**EDUCACIÓN

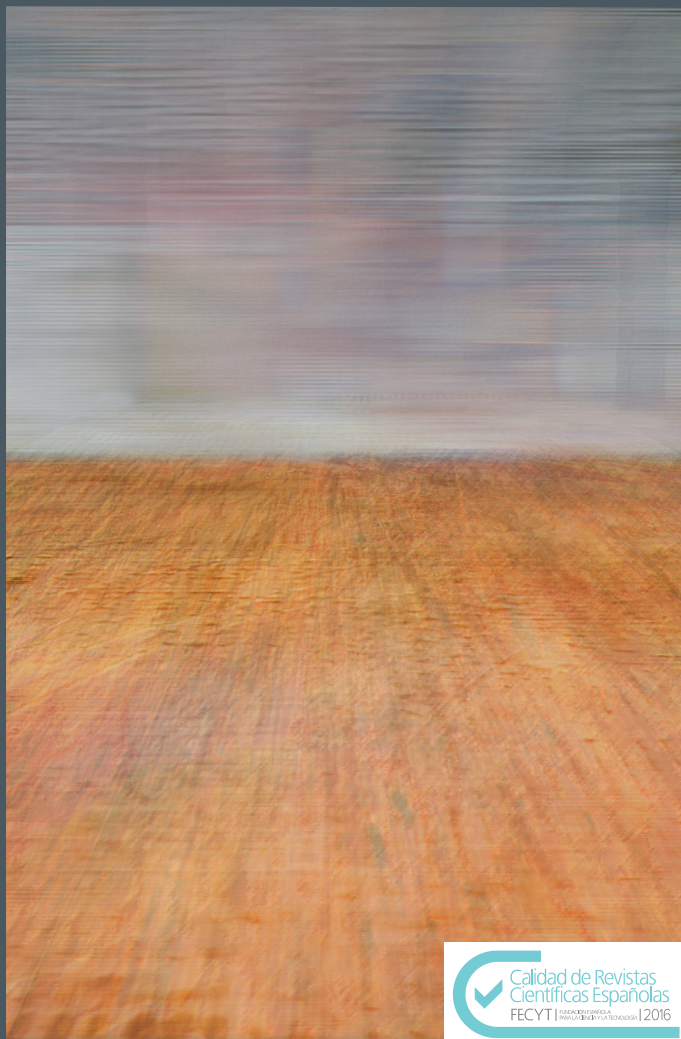
Nº 377 JULIO-SEPTIEMBRE 2017



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.

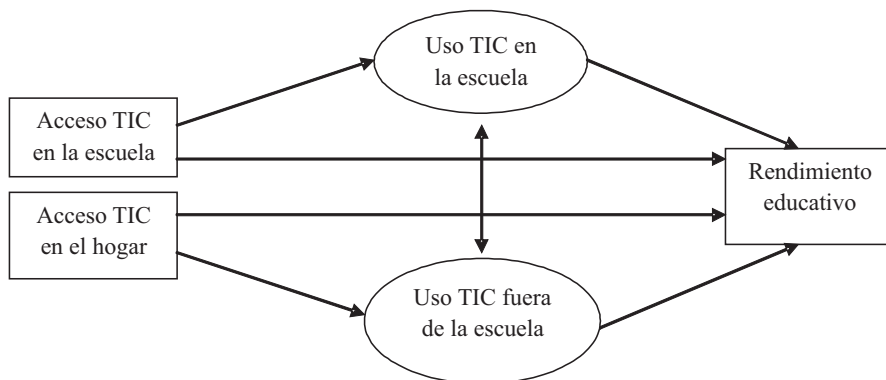
- SCMATBUI: Índice que representa la calidad edilicia del establecimiento educativo.
- PARED: Índice continuo que indica el número máximo de años de educación completado por ambos padres. Surge de considerar el nivel más alto entre padre y madre.
- NSP: Nivel Socioeconómico Escolar Promedio. Es el promedio 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:

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

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 (Schermelel-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

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

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.

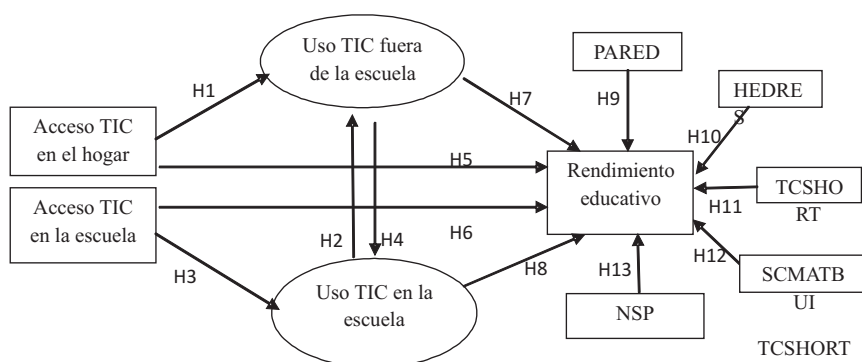
H11: la escasez de personal docente en el centro escolar al que asiste el estudiante tiene un efecto significativo y negativo en el rendimiento educativo.

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 descrito 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

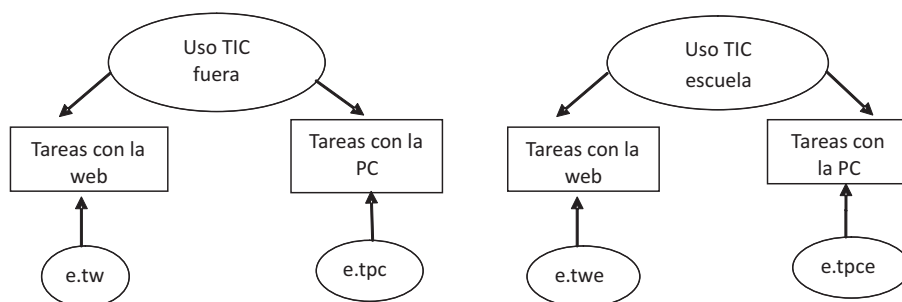
Constructos latentes		Modelo con Matemática		Modelo con Lectura		Modelo con Ciencia	
Variables	Factores que las componen	Coef.	p-valor	Coef.	p-valor	Coef.	p-valor
Uso_ fuera	Uso tarea web fuera		(constrained)		(constrained)		(constrained)
	Uso tarea PC fuera	1.576	0.000	1.5724	0.000	1.5942	0.000
Uso_ 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 e.t 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
$\chi^2 (28)$	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	
	Coficiente	p>z	Coficiente	p>z	Coficiente	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	
	Coficiente	p>z	Coficiente	p>z	Coficiente	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 Spieza, 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 significativa 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., Ibararán, 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/pdfsiones/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.
- Spiezia, 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.gov.ar

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

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

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

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.

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.

Introduction

There is wide agreement about the positive relationship between accumulation of human capital and economic growth (Acemoglu and Autor, 2012). Therefore, the education system of a country can be considered as one of the essential determinants of its growth level. Studying the factors that influence obtaining favorable education goals is crucial in order to carry out sound social and educational policy considerations (Formichella, 2010).

In the last few years, one of the elements that have influenced the educational systems the most is the Information and Communication Technologies (ICT). These technologies currently occupy a very

significant place among educational priorities due to the fact that they enable contributing to the learning-teaching process of students, among other issues. In this sense, Biagi and Loi (2013) highlight the relevance of ICT as a tool within that process and Rodriguez et al. (2013) analyze how they must be utilized for results to be satisfactory. Thus, the developed economies as well as the developing ones have made massive investments in technological infrastructure and in programs that sustain their utilization (Sunkel and Trucco, 2012). The Spanish educational system has not been alienated from this transformation propelled by the ICT.

However, in keeping with what happens in the international literature, there is still no agreement about the causal effect of new technologies on the educational performance of Spanish students. Some research finds evidence in favor of using computers (Cabras and Tena, 2013) while other studies do not find such positive effects (Calero and Escardibul, 2007); Cordero et al, 2012). In a recent and novel study of the Spanish case, Escardibul and Mediavilla (2015) researchers find that availability of ICT resources (at home as well as at school) affects performance positively, while the time and frequency of use impact negatively in the acquisition of competencies (regarding Mathematics and reading comprehension).

In the framework, the goal of this paper is to examine if access to ICTs (at home and at school) has a direct effect on the educational performance and an indirect one by means of the use of ICTs (in and out of school). We shall study, in particular, the effect of access to as well as the use of the ICTs on the educational outcome on Mathematics, language, science measured through the acquisition of competencies in the Program for International Student Assessment, PISA.

This research expects to contribute to the debate around the differential potential effects of the variables associated to ICTs on school achievements initiated by Escardibul and Mediavilla (2015). Unlike existing studies, this paper poses a structure of causal relationships through the Structure Equation Model (SEM), which enables detecting the presence of mediating variables. In the same way, this methodology provides greater flexibility than the regression analysis when assessing relationships between access to ICT, use of ICT and academic performance. Such model applies to data of PISA assessment 2012.

The article is structured in the following way. In the first place, it presents a revision of the literature regarding empirical studies about the

topic. Next, the methodology, the data and the variables to be used are detailed. Finally, the results obtained are discussed and the conclusions as well as some considerations of economic policy are presented.

Revision of the literature

The production function of education is usually used as a reference framework for the study of determinants of educational outcomes (Levin 1974; Hanushek, 1979). Such function relates the different resources and consumables that affect students' learning (such as school resources, quality of teachers, classroom size, and family attributes) with the educational outcomes obtained. ICTs, in particular, can be considered as one of the inputs of the production function.

A basic formula of the function can be expressed in the following way:

$$\text{Educational performance} = f(\text{Socioeconomic characteristics of the home, school resources (no ICT), access to ICT; use of ICT})$$

The literature that has analyzed the relationship between access and use of ICT and students education performance is broad. However, empirical evidence is disparate and the results obtained are not conclusive. On the one hand, there is a group of studies that find a positive and significant impact of the ICTs on some educational outcomes. On the other hand, some research does not find any effect and, to a lesser degree, some papers find a negative incidence of ICTs on academic achievements.

The main argument of the research of the first group is that new technologies increase flexibility and autonomy of students with regards to learning, and enable an improvement in the attitudes and experiences in teaching-learning. All of that implies an improvement in school performance. Along this line of study are Machin et al. (2007) who, through the use of instrumental variables, provide evidence of the positive causal effect of investment on ICT on educational achievements obtained in English schools at primary level. Banerjee et al. (2007) design a random experiment and find that, in poor urban neighborhoods in India, the use of a learning program assisted by computers has a positive and significant effect on Mathematics outcomes. In the same way, Spiezia (2010) analyzes

the impact of new technologies on academic outcomes of high school students for all countries participating in the PISA 2006. The author concludes that the use of ICT at home has a greater effect than the use of ICT at school and, therefore, he questions the policies directed towards the incorporation of computers in the school environment.

Through a structural equations model, Aristizabal et al. (2009) examine the incidence of ICT at home and at school on the educational performance in Colombia. According to the outcomes, ICTs have a positive effect, their impact being greater at school. On the basis of an experimental design in primary schools in Ecuador, Carrillo et al. (2010) conclude that new technologies have a positive impact on Mathematical outcomes. Cristia et al. (2012) study the impact of the program “One Laptop per child” in Peru and find a positive impact on the general abilities of students in primary schools in the rural sector.

Along the same lines, Botello and Rincon (2014) analyze the data of some countries of Latin America and find that access to Internet in the students' homes improves their average performance, while owning computers do so also and to a greater extent. They also find that the greater the computer ratio per student at school is the better the educational outcomes. In the same way, Mediavilla and Escardibul (2015) study the impact of the ICTs on the educational performance emanating from data of the PISA 2012 for Spain. They conclude that there is a positive effect of technologies on educational achievements, although they highlight that such impact is greater in the field of Mathematics than in the ones of Science or Language. They also clarify that there are differences with regard to which ICT variable is considered.

Formichella et al. (2015) utilize pairing techniques to control the diverse personal, family and school characteristics of Argentine students at middle school level, with or without a computer connected to Internet at home, and they conclude that availability of ICT at home not only increases the educational performance but also decreases school failure. Lastly, Alderete and Formichella (2016) corroborate that there are significant statistical differences in the average educational performance derived from participation in the “Connecting Equality” Program in Argentina.

The second group of studies attests, essentially, that technological resources do not produce, in themselves, improvements in the school performance. In order for the introduction of new technologies to be

successful in educational terms, additional actions and activities that generate a true innovation in the traditional teaching-learning practices and that ensure the appropriate, efficient and effective use of the new technological environment are required (Santin and Sicilia, 2014). This means that human and organizational capabilities are necessary to take appropriate advantage of the new technological resources potential. Along this line are Angrist and Lavy (2002), who assess a program to increase availability of computers in the schools in Israel. The authors conclude that the use of computer tools in the teaching-learning processes have significant and negative effects on the Mathematics outcomes for fourth grade students, while no significant effects are observed on the educational achievements of other competencies in higher grades. On the other hand, Fuchs and Woessman (2005) analyze the PISA 2000 outcomes for 31 countries and find that –once the student, family and school characteristics are controlled- access to computers at home affects the educational outcomes negatively while access to them at school is not related to such results. On the contrary, the authors evince the existence of a positive relationship between the use of computers at home and academic performance of students, as well as a relationship in the form of an inverted-U with regard to their use at school – with academic results initially and, eventually, decreasing as the intensity of their use is increased.

On the other hand, Goolsbee and Guryan (2006) do not find changes in the school performance after assessing the application of the “E-Rateen” program that provides subsidies for the use of Internet at school in the United States. In a similar way, Leuven et al. (2007) do not find that the subsidy policy for computers and software in Dutch schools had a positive effect on the students’ performance. Wittey Rogge (2014) utilizes data of Holland, of the “Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), and apply a pairing technique to build a control group and an experimental group utilizing the availability and intensity of use of IT as a treatment variable. The authors do not find significant differences in the outcomes of the test. Along the same lines, Barrera-Osorio and Linden (2009) assess the outcomes of the “Computers for Education” program in Colombia and conclude that the introduction of computers to educational centers does not have an effect on learning outcomes. Torres and Padilla (2015) also reject the hypothesis that ICT affects the academic achievement of Colombian students favorably. On

the other hand, Severin et al. (2012) obtain a similar outcome with the Peruvian program “A Laptop per child”, contrary to what was found by Cristia et al. (2012). The authors suggest that the ICTs are a necessary condition but not enough to improve academic achievements; teachers need to have certain abilities to incorporate the new technological environment in their teaching practices (Córdoba and Herrera, 2013). In the same way, Muñoz and Ortega (2014) find that the programs that incorporate the use of ICT in teaching in Chile have not had any significant effects on the educational achievements. Lastly, it is worth highlighting the work of Sprietsma (2012) who, upon estimating the incidence in the access and use of computers and Internet on acquisition of competencies in schools in Brazil, he finds a negative impact on the results of Mathematics and Reading tests.

Starting with this revision of international literature, one can observe that this topic is still subject to discussion. In the case of Spain, there is no clear consensus on the causal effect of new technologies on educational performance. Cabras and Tena (2013) find a moderate evidence of the positive effect of the use of computers on students’ performance, applying non-parametric Bayesian regression techniques to the data of PISA 2012. Such effect is significantly higher in the case of students that belong to less favorable socio-economic environments, which suggests that policy actions in the field can be a means to achieve greater equality. On the other hand, Calero and Escadibul (2007) and Cordero et al. (2012) utilize ICT variables as control variables of their respective studies on the determinants of Spanish educational performance through multilevel techniques. On the basis of data PISA 2003 Calero and Escadibul (2007) find that the student-computer ratio was not significant. With data of PISA 2009, Cordero et al. (2012) also find that such variable is not significant, whereas availability of computers at home affects educational performance positively and significantly.

Escadibul and Mediavilla (2015) is the first study in Spain that finds differential effects on school performance based on the ICT variable. The results of the multilevel model with data of the PISA 2012 show that the global impact of new technologies is greater in the case of the Mathematical competence than in the reading competence (especially due to the positive effect of *access* to technological resources at home and at school). However, ICT use shows negative effects on students’ performance (at home as well as at school in the case of the reading

competence, and only at school in the case of Mathematics).

This research paper contributes to this debate about the potential differential effects of the variables associated with ICT on the educational performance of Spanish students. Unlike Escadibul and Mediavilla (2015), this issue is studied through the Structural Equations Model (SEM), which provides greater flexibility than the regression analysis when assessing the causal relationships between access to ICT and academic performance.

Methodology, data and variables

Data Source and variables utilized

Empirical research utilizes the data for the Program for International Student Assessment (PISA, as its acronym in English) elaborated by the OCDE. Data for the PISA 2012 are utilized in particular. PISA is implemented every three years since the year 2000. Its objective is to assess to what extent 15-year-old students who are close to finishing their mandatory schooling cycle, have acquired the necessary competencies to develop their adult life and participate adequately in modern societies. Every year, PISA focuses on one learning competence: Mathematics, Language or Sciences; in the same way, each year it evaluates the two remaining competencies in a complementary manner (OCDE, 2013).

It is worth mentioning that, even though the standardized learning tests—as in the case of PISA—tests have imperfections and are criticized for them (Llach et al., 1999), in this moment there is no alternative statistical information source that could be utilized as *proxy* of the quality of educational outcomes.

The grading scale of the PISA tests varies from 0 to 100 and is elaborated in such a way that the average is 500 and the standard deviation 100. The assessment results are presented under the form of plausible values (PV) and constitute a representation of the capabilities of the student. Taking into account that the goal of PISA is to assess the dexterities of a population and not of each individual in particular, each student answers a certain number of items and it is estimated as if he or she had answered in all the cases. That is why, the PISA team elaborates five plausible values for each area using the information obtained, and

explains that the correct method for estimating any statistics consistently is to do it with each one of these five values separately and, then, to calculate their average (OCDE 2009).

In this paper, a model replicated for each competence studied at PISA is presented and, given that each competence has five plausible values associated with it, the model is estimated five times for each competence. Then, the model parameters are calculated in each area as an average of the results obtained.

Next, the variables provided by the PISA database that are later utilized in the proposed model are described;

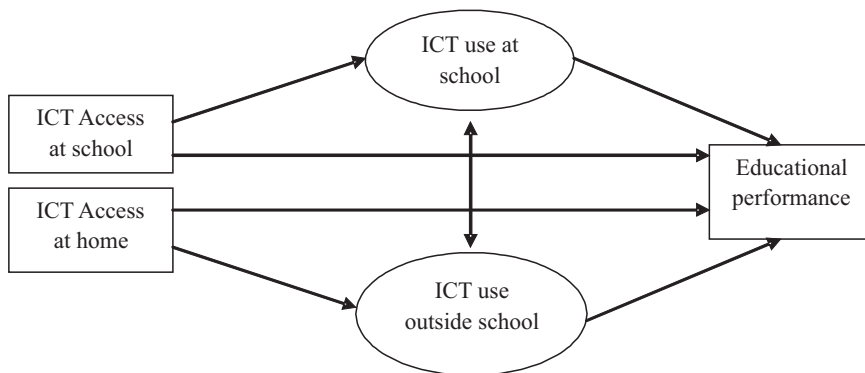
- ICTHOME: Index indicating ICT availability at home.
- ICTSCH: Index indicating ICT availability at school.
- TCSHORT: Index representing scarcity of teachers. Higher values indicate greater degree of difficulty due to lack of qualified teachers.
- HEDRES: Index representing the amount of educational resources at home. It considers whether the student has a desk, a quiet place to study, a computer, educational software, books and a dictionary.
- SCMATUI: Index that represents the quality of the educational facilities.
- PARED: Continuous index that indicates the maximum number of years of education completed by both parents. It arises from considering the highest level between father and mother.
- NSP: Average School Socioeconomic Level. It is an average of the *ESCS* index of the school. The *ESCS* index summarizes information about the socioeconomic level of the student's home (parents' education, occupational status of the parents, material and cultural possessions in the home).
- ISI0Q03: Frequency with which student utilizes the WEB at school in order to study or do homework.
- IC10Q08: Frequency with which the student utilizes the computer at school in order to study or do homework.
- IC10Q01: Frequency with which the student utilizes the computer at school in order to study or do homework.
- IC09Q06: Frequency with which the student utilizes the computer at school in order to study or do homework.

The variables observed in PISA that indicate frequency of use are of an ordinal kind and are composed of the answers in the following options: 1) Never or almost never' 2) One or two times per month; 3) One or two times per week; 4) Almost every day; 5) Every day.

Methodology

This research examines the causal relationship between access to ICT, use of ICT and educational performance, and it focuses on the mediating role of the use of ICT. The investigation question presents that access to ICT impacts educational performance mediated by the use of ICT. That is to say, access to ICT has a direct as well as an indirect effect on educational performance, mediated by the use. The conceptual framework is described in Graph 1.

FIGURE I. Theoretical model



Source: Own elaboration.

In order to examine such relationships, a Structural Equations Model (SEM) is utilized. A structural model is defined as that in which parameters are not only of a descriptive nature, but also of a causal nature

(Bollen, 1090). The presence of causal relationships between the variables that compose it is a fundamental element. In sum, the SEMs are a family of multivariate statistical models that enable us to estimate the effect and relationship among multiple variables. The salient aspects of these models are: the graphic representation of the causal relationships, presenting a hypothesis about the causal effects between the variables and the concatenation of effects among variables.

One of the main advantages of these models regarding the regression models is that they are provided with greater flexibility and are less restrictive since they include measuring errors in the criteria variables (dependent) as well as in the predicting variables (independent) (Ruiz et al., 2010).

That is why, their main usefulness is that they enable the presentation of the type and direction of relationships among variables in order to, at a later stage, estimate the parameters that are specified by means of the proposed relationships at a theoretical level. For this reason, they are also called confirming models given that the fundamental interest is “to confirm”, through sample analysis, the proposed relationships on the basis of the theory utilized as reference (Ruiz et al, 2010).

In sum, the structural equations models must satisfy three conditions in order to define the causal relationship: isolation, association and causality direction. However, it is not easy to obtain each of these conditions, particularly the isolation condition that requires the causal relationships (cause-effect) not to be influenced by other factors. In the same way, it is worth noting that the existence of a causal relationship among variables must be sustained by the theoretical articulation of the model and not by its estimation with data of transversal kind (Ruiz et al., 2010).

On the other hand, it is worth mentioning that the SEM models often utilize two types of variables: observed and latent. The latent variables are not susceptible of being measured, by nature, and they do not have a precise definition either. Unlike the observed variables, which represent the observable characteristics of a phenomenon and can be measured directly, the latent variables may appear as lineal combinations of the observed variables.

Structural equations models generally are described through a trajectory diagram and an equations system. In the graphs, the observed variables are represented by rectangles while latent ones by means of ellipsis and circles. On the other hand, the equations systems have two important parts:

the measuring model and the structural model. The assessment of measuring models as well as the structural ones is necessary for the correct development of the technique (Barclay et al., 1995).

The measuring model defines the construction of each variable or latent construct through observable indicators and the mistakes that affect their measurements. On the other hand, the structural relationships model is the one they really wish to estimate and it is composed of the effects and relationships among the constructs, which shall normally be latent variables.

Structural equations models can be expressed in a general way through the following matrix equations:

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

Where η represents the vector of endogenous latent random variables of an $m \times 1$ dimension; ξ represents the exogenous latent random variables of the $n \times 1$ dimension; B represents the coefficient matrix that govern the relationships between the exogenous variables and each of the endogenous ones, or in other words, the effects of ξ over η , its dimension is $m \times n$ and ζ represents the vector or perturbations or errors, of a $m \times 1$ kind.

In the same way, together with the structural model the measuring model is presented. The latter one is governed by two equations, one that measures the relationships between the endogenous latent variables and their observed variables:

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

Where γ is the vector of p observable variables ($q \times 1$); Λ_γ is the matrix of coefficients that show the relationships between latent and observed variables ($p \times m$), which is also called load matrix; ε is the errors vector ($p \times 1$).

The second equation of the measuring model is the one that governs the relationships between the exogenous latent variables and their observable variables:

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

Where x is the vector of p observable variables ($q \times 1$); Λ_x is the coefficient or load matrix that show the relationships between the latent variables and the observed ones ($q \times m$); δ is the errors vector ($q \times 1$).

The model estimation is based on the maximum authenticity method that implies normalcy compliance. However, an advantage of the SEM models is that they are robust against non-compliance of this assumption (Schermelleh-Engel et al., 2003). A Stata 12 statistical package has been utilized for their estimation.

In this paper, the structural model is composed of three parts, three being the endogenous variables of the structural model: Use of ICT outside of school, Use of ICT at school and Educational Performance. Next, Table 1 indicates the variables that are included in the structural model to be estimated.

TABLE I. Description of the variables to be included in the model

Independent Variables (Exogenous)	Dependent Variables (endogenous)
<u>Observed:</u> ICT access at home (ICTHOME) ICT access at school (ICTSCH) Scarcity of teaching staff (TCSHORT) Amount of educational resources at home (HEDRES) Quality of school infrastructure (SCMATBUI) Parents educational level (PARED) Average socioeconomic level of the school (NSP)	<u>Observed:</u> Educational performance (PVMATH, PVREAD y PVSCIE) <u>Latents:</u> ICT use outside school (Use_outside) ICT use at school (Use_school)

Source: Own elaboration

The hypothesis to contrast the structural model posed are the following;

Use of ICT outside school

H1: access to ICT at home has a significant and positive effect on the use of ICT outside of school.

H2: use of ICT at school has a significant and positive effect on the use of ICT outside of school.

Use of ICT at school

H3: access to ICT at school has a significant and positive effect on the use of ICT at school.

H4: use of ICT outside of school has a significant and positive effect on the use of ICT at school.

Educational Performance

H5: access to ICT at home has a significant and positive effect on educational performance.

H6: access to ICT at school has a significant and positive effect on educational performance.

H7: use of ICT outside of school has a significant and positive effect on educational performance.

H8: use of ICT at school has a significant and positive effect on educational performance.

H9: the educational level of students' parents has a significant and positive effect on educational performance.

H10: the amount of educational resources at home has a significant and positive effect on the educational performance.

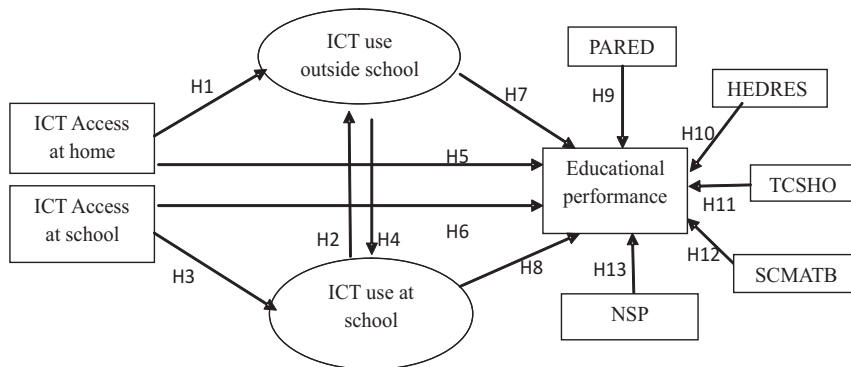
H11: scarcity of teaching staff at school students attend has a significant and negative effect on the educational performance.

H12: the quality of school infrastructure students attend has a significant and positive effect on educational performance.

H13: the average socioeconomic level of the school students attend has a significant and positive effect on the educational performance.

Structural models usually described through a trajectory or path diagram. Thus, Graph 2 distinguishes the determinants of educational performance, and the relationships between educational performance, the use of ICT in and out of school, and access to ICT at both school and at home.

FIGURE 2. Determinants of the educational performance based on SEM



Source: Own elaboration.

According to Graph 2, the estimated model has two mediating endogenous latent variables: Use of ICT at school (called Use_school) and Use of ICTs outside school (called Use_outside). These variables are free of the effect of measurement error; such as it occurs with the common factor model of the factorial analysis. Therefore, in the first place, a measurement model is estimated for creating each latent construct starting from observable variables (exogenous) about activities and type of use.

The variables observed that compose the construct Use_school are: IC10Q03 (frequency of use of the WEB at school to do homework) and IC10Q08 (frequency of use of the computer at school to do homework). While those that form the construct Use_outside are: IC09Q01 (frequency of use of the WEB outside of school to do homework) and IC09Q06 (frequency of computer use outside school to do homework).

In the second place, other determinants of educational performance are included in the structural model, different from access and use of ICT. In the model presented, determinants of educational performance are supposed to be nine, of which two are latent variables that act as mediating variables: Use_outside and Use_school. Thus, the determinants that would have a direct as well as an indirect influence on educational performance, owing to being mediated by the use of ICT, are access to

ICT at school (ICTSCH) and at home (ICTHOME). In the same way, school level control variables are introduced – lack of teaching staff (TCSHORT)- as well as home level ones – educational level of parents (PARED) and availability of educational resources (HEDRES)-.

Results

Next, the results obtained on the basis of the hypothesis proposed are examined. We start by analyzing the construction of latent variables: Use of ICT at school and Use of ICT outside of school, defined as mediating variables.

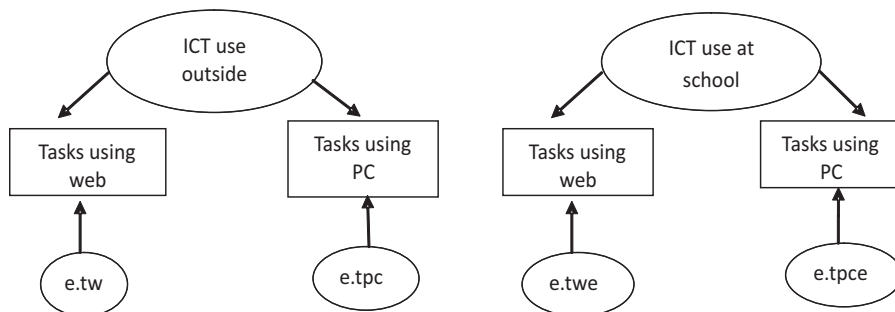
The measuring model analyzes the individual reliability rating of the items that compose each construct. Table 2 and Graph 3 show the factors that construct the ICT Use at school and ICT Use outside of school variables in each one of the competencies analyzed by PISA. On Table 2 one can see that z tests for each one of the indicating variables present coefficients significantly different from zero. Therefore, these observed variables provide meaning to the construct designed based on the theory.

TABLE 2. Measurement models of ICT use at school and ICT use outside school

Latent constructs		MATHS model		READING model		SCIENCE model	
Variables	Factors	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
Use_outside	Task using web outside		(constrained)		(constrained)		(constrained)
	Task using PC outside	1.576	0.000	1.5724	0.000	1.5942	0.000
Use_school	Task using web at school		(constrained)		(c)		(c)
	Task using PC at school	0.7928	0.000	0.8019	0.000	0.8023	0.000

Fuente: Elaboración propia

FIGURE 3. Measurement models of ICT use at school and ICT use outside school



Source: Own elaboration. Where e.t are the corresponding errors of each of the indicating variables.

In the SEM models the model adjustment assessment implies taking several measurements and criteria into consideration simultaneously, that is to say, there is no significant unique test to identify the correct model. Generally, the model adjustment criteria indicate to what extent the specified model adjusts to empirical data. Only one adjustment measure, the Chi Square,, has a significant test associated with it, while the rest of the measurements are descriptive. However, the problem of this test is that with increasing sizes of the sample and a constant number of degrees of freedom, the value of Chi Square increases. Therefore, a model based only on the significance of this test could be rejected even when the discrepancy between the sample and that covariance matrix implied in the model is irrelevant. Consequently, there cannot be paid too much attention to the significance of this statistic (Shemerlleh-Engely Moosbrugger, 2003).

In order to assess the global adjustment of the estimated model, the absolute measurements of adjustment on Table 3 are examined. There is a perfect adjustment when there is a perfect correspondence between the matrix reproduced by the model and the matrix of observations. The magnitude of the Chi Square statistic of the model proposed is high in the three competencies analyzed- Chi Square (28)= 1639.3 upon considering the performance in Mathematics, Chi Square (28) = 1931.9

upon studying the achievements in reading and Chi Square (28)= 1729.7 in sciences- and it presents a p-value of 0 in all the cases. Given that acceptable values of the statistic Chi Square close to zero are considered, the global model does not present, in principle, an appropriate goodness-of-fit adjustment. However, as mentioned previously, it is feasible that in large samples, the statistic is not a good measure of goodness-of-fit adjustment, since the null hypothesis tends to be rejected. For that reason, given that the sample here utilized is large, other adjustment statistics are used.

In this sense, if the average quadratic approximation error is considered (RMSEA) or the root of the approximation quadratic error, it can be observed that the latter is lower than 0.10 in the three cases considered, which shows that the interval inferior limit of trust of 90% is lower than 0.05 and, therefore, the adjustment is good.

On the other hand the root median square residual (RMR) of Joreskog/Sorbom (1981) is a general measure of “maliciousness” of adjustment (as opposed to goodness-of-fit adjustment) that is based on the adjusted residues. Values closer to zero suggest a correct adjustment. However, this measurement is independent of the variables scale. In order to cope with this problem, a standardized root median residual is introduced (SRMR) (Bentler, 1995). Again, a zero value indicates a perfect adjustment. A rule that is usually accepted is that SRMR would have to be lower than 0.05 to affirm that a good adjustment is evinced.

TABLE 3. Goodness of fit of the model

Statistics	Value		
	MATHS	READING	SCIENCE
$\chi^2 (28)$	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

Source: Own elaboration.

Once the goodness-of-fit adjustment of the model is verified, the structural model is analyzed. In the following tables (Tables 4 and 5) the results obtained upon estimating the model with performance data in Mathematics, language and science are presented separately:

TABLE 4. Structural model. First part

Explanatory variables	ICT use outside school					
	MATHS		READING		SCIENCE	
	Coef.	p>z	Coef.	p>z	Coef.	p>z
ICTHOME	0,019	0	0.019	0	0.018	0
Use_school	0.399	0	0.402	0	0.399	0

Explanatory variables	ICT use at school					
	MATHS		READING		SCIENCE	
	Coef.	p>z	Coef.	p>z	Coef.	p>z
ICTSCH	0.301	0	0.299	0	0.299	0
Use_outside	0.185	0	0.187	0	0.185	0

Source: Own elaboration.

From the information of Table 4 it can be said that the use of ICT outside school is influenced significantly and positively by access to ICT at home (H1) as well as by the use of ICT at school (H2). In the same way, the use of ICT at school is affected positively by access to ICT at school (H3) as well as by the Use of ICT outside of it (H4).

In this way, it can be affirmed that –from the utilized sample data – hypotheses one to four presented previously are confirmed. This is verified by estimating the model for each of the competencies studied by PISA.

On the other hand, according to the data of Table 5, access to ICT at home and the use of ICT outside of school have a statistically significant and positive incidence on educational performance, taking into account the three competencies analyzed. This confirms hypotheses 5 and 7 presented in the previous section. These results corroborate the findings of various authors (Alderete and Formichella, 2016; Formichella et al.,

2015; Mediavila and Escardibul, 2015; Botello and Rincon, 2014; Biagi and Loi, 2013; and Spieza, 2010) about the positive effect of access and use of ICT at home, contrary to Fuchs and Woessman (2005).

In the same way, access and use of ICT at school have a statistically significant incidence on educational achievements measured in Mathematics, language and science. However, contrary to what is proposed in hypotheses 6 and 8 the effect found is negative, and according to the coefficient values estimated, the influence of use is greater to that of access. It is worth highlighting that this result in relation to the use of ICT at school coincides with the findings of Escadibul and Mediavilla (2015), also for the Spanish case. In the same way, other authors have demonstrated the existence of a negative effect of ICT at school (Torres and Paidlla, 2015; Severin et al., 2012; Angrist and Levy, 2002). However, this result differs from Cristia et al. (2012), Aristizabal et al. (2009) and Machin et al. (2007) according to whom ICT at school has a positive impact on educational achievements; and in some cases a greater effect than the use of ICT at home.

TABLE 5. Structural model. Second part

Explanatory variables	Dependent variables: educational performance at					
	MATHS		READING		SCIENCE	
	Coef.	p>z	Coef.	p>z	Coef.	p>z
Use_outside	8.1107278	0.001	8.8553852	0.0006	5.1890628	0.0336
Use_school	-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

Source: Own elaboration

According to Table 5, the control variables related to the home have been statistically significant – both parents' education as well as availability of educational resources-. Whereas, of the control variables related to school environment, the only significant one is the one that reflects the student body average socioeconomic level for the three competencies analyzed. The coefficients that accompany the three last variables mentioned have a positive sign, which coincides with the literature about the topic (Formichella and Kruger, 2013) and verifies hypotheses 9, 10 and 13 of the current paper.

Therefore, the factors that significantly and positively explain the educational performance are access to ICT at home (H5), use of ICT outside of school (H7), the educational level of parents (H9), availability of educational resources (H10) and the student body average socioeconomic level (H13).

As it can be observed, the Use of ICT outside school (*use_outside*) is a mediating variable and reinforces the positive effect of access to ICT at home on educational performance. In other words, availability of ICT at home has a direct effect on the educational performance, and at the same time an indirect one, mediated by its use.

However, it is worth noting that the use of ICT at school has a positive effect on the use of ICT outside of school, which, at the same time, has a positive effect on the performance. Therefore, the use of ICT at school produces an indirect improvement in the educational achievements by means of using ICT outside the school (*use_outside* is also a mediating variable, in this case between the *use_school* and performance).

In the same way, the variable *use_outside* affects the use of ICT at school positively, which affects performance negatively. In this case, the use of ICT outside the establishment has a direct positive effect on school results, but also has an enhancing role of the negative effect of the use of ICT at school, a practice that is observed as unfavorable at the time of achieving educational achievements.

Conclusions

This paper provides a contribution to the debate about the role of Information and Communication Technologies (ICT) in education. Stemming from the PISA 2012 test for Spain, a Structural Equations Model

(SEM) has been estimated to measure the effect of access to as well as that of use of ICT on educational outcomes in mathematics, language and sciences. The mediating effect of the use of ICT at home and at school is examined in particular.

On the one hand, the hypothesis that posits that access to ICT at home improves school performance has been verified. This can be explained by the ease that ICT provides when searching for information, solving problems or carrying out assignments using specific software programs.

In the same way, the fact that the positive effect of ICT availability at home was enhanced by the use of ICT outside of schools has been observed. That is to say, even though access has a direct effect, this can become more efficient if an adequate use of technology is carried out. Therefore, access to ICT at home also have an indirect effect, mediated by the use of ICT outside of the home. The more frequently students use a computer or Internet outside of school to do school homework, the greater the impact of access to ICT on educational performance. Posing ICT use as a mediating variable is a contribution of the paper that could explain the reasons why other authors have not found significant results on ICT on educational performance (Wittey Rogge, 2014; Muñoz and Ortega, 2014; Barrera-Osorio and Linden, 2009, Goolsbeey Guryan, 2006).

On the other hand, it was found that the goodness of ICT outside of school is not reproduced inside the school. This result that, at first, may seem contradictory with what was expressed previously can be explained in different ways. One of them is related to the idea of educability. Educability makes reference to the necessary social conditions so that an individual can go to school and successfully participate in class (Lopez, 2006). Such conditions refer to aspects of basic cognitive development, produced in the first years of life and it is associated, on the one hand, with affective stimulation, nourishment and sanitary conditions; and, on the other, with the primary socialization of children, which prepares them to insert themselves in an institution different from his family (Tedesco, 2000).

The traditional notion of educability refers to the fact that, according to the way school is organized, students “are expected” to have certain characteristics to be able to cope with it. However, students differ among themselves and not all have the necessary resources to articulate with what the educational system offers. In this sense, the introduction of ICT at school generates a new digital breach since it could represent a new

barrier for those students who find themselves at a social and economic disadvantage upon entering the school system.

With this the intention is not to deter the use of technologies at school, but to emphasize how they are used and to what extent the different educability conditions of students upon entering the system are taken into consideration.

In the same way, beyond the question of differences of origin that there may exist among students, the issue of how technologies are used also represents a possible explanation for the results obtained. If schools have technologies, but their use in the classrooms is not appropriate inefficiencies may be generated. For instance, it may happen that the time that should be allotted to the teaching-learning process is allotted to the incorporation of ICT but that, by not making good use of them, this results in less time available for students to understand the syllabus content.

In this sense, the policy considerations that can be derived from this paper are related to the relevance of monitoring ICT use at school and with the need to diminish the digital breach of origin of students. The digital inclusion programs, such as the “School 2.0” implemented in Spain, in time it can constitute a useful tool to mitigate such breaches.

In the same way, the fact that students can make use of ICT outside school is presented as paramount. That is to say, it is required that they have the computer resources at home or that they have access to them and utilize them in some way. This consideration is in agreement with the policy programs that provide computers to students.

References

- 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 ConectarIgualdadprogramme 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., Ibararán, 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/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.
- Rodríguez, P., Nussbaum, M. y Dombrovskaja, 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.
- Spieza, 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.

Contact address: San Andrés 800, Altos de Palihue, Bahía Blanca, Provincia Buenos Aires, Argentina. E-mail: mvalderete@iies-conicet.gob.ar