

6. El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis de género y titularidad de centro para las evaluaciones por ordenador¹

Mauro Mediavilla

Universitat de València & IEB & GIPE

Josep-Oriol Escardíbul

Universidad de Barcelona & IEB & GIPE

RESUMEN

El presente capítulo analiza los efectos que la tenencia y uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen sobre la adquisición de competencias evaluadas en PISA 2012 mediante ordenador. El análisis se desarrolla de modo segmentado según género (y, parcialmente, en función de la titularidad de centro educativo). Los principales resultados son los que siguen. Primero, las variables TIC inciden en mayor medida en la evaluación de matemáticas que en el resto de competencias evaluadas. Segundo, algunos factores TIC, analizados individualmente, muestran un comportamiento en algunos casos divergente. La incidencia positiva que

¹ Agradecemos al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte la financiación de esta investigación. También queremos agradecer la colaboración recibida de todos los miembros del INEE y, en especial, de Ismael Sanz Labrador, Ruth Martín Escanilla, Francisco Javier García Crespo y Luis Sanz San Miguel. Todos los errores u omisiones son responsabilidad de los autores.

muestran las variables asociadas a la existencia de TIC (en el hogar o en la escuela) en alguna competencia (como las matemáticas) no se corresponde con el impacto del uso y tiempo de uso de las mismas (que tiene signo negativo en la mayoría de competencias, quizás por la presencia de causalidad negativa). Tercero, las variables que recogen la relación de los estudiantes con las TIC sí resultan significativas. Así, el disfrute del uso de ordenadores (como entretenimiento) se relaciona positivamente con los resultados en las pruebas realizadas por ordenador, así como un pronto inicio en el uso de las TIC. Cuarto, se observa una mayor incidencia de las variables TIC en las pruebas realizadas por ordenador, que en los resultados señalados por los estudios que analizan el efecto de este tipo de variables en las evaluaciones en papel. Finalmente, resulta relevante el análisis segmentado por género y titularidad del centro.

Palabras clave

Evaluación por ordenador, Género, PISA 2012, TIC, Titularidad de centro.

ABSTRACT

We examine the effects that the possession and use of information and communication technologies (ICT) have on the acquisition of skills assessed in the computer evaluation of PISA 2012. The analysis is developed separately for boys and girls (and partially by school status). The main results are as follows. Firstly, ICT variables are more relevant on mathematics than on the other assessed skills. Secondly, the ICT factor included in the analysis is relevant. Thus, not all the ICT variables have the same effect on competence acquisition. In general, the positive impact shown by variables associated with the existence of ICT (at home or at school), such as in mathematics, does not correspond with the negative sign of variables related with the use of ICT in most competences (the latter maybe is due to the presence of negative causality). Third, the variables that show students' relationship with ICT are significant. Thus, the enjoyment of using computers (as entertainment) is positively related to the results in computer tests as well as an early age at which students start using ICT. Fourth, results show that the incidence of this type of variables on competence acquisition is higher than the one observed in previous analyses that consider traditional printed evaluations. Finally, both gender and type of school segmentation proposed in our study seem relevant.

Keywords

Computer-Based Assessment, Gender, PISA 2012, ICT, Types of school

INTRODUCCIÓN

La evaluación de PISA (*Programme for International Student Assessment*), desarrollada por la OCDE, analiza competencias de alumnos de 15 años de edad (normalmente, en 4º ESO) en cuatro ámbitos: comprensión lectora, matemáticas, ciencias, resolución de problemas y conocimiento financiero (esta última por primera vez). En cada edición se evalúa en profundidad una de las competencias antes mencionadas, correspondiendo en 2012 a las matemáticas. En cuanto a la aplicación del formato digital en la prueba, España ha sido pionera al participar en su primera edición en 2009. En aquella edición la prueba solo hizo

referencia a la lectura (Evaluación de la Lectura Digital, ERA en inglés). En 2012, además de esta, se han incluido pruebas digitales de matemáticas y de resolución de problemas².

En la evaluación en papel, en la presente edición han participado 65 países. En España se ha evaluado a 25.313 alumnos, con muestras representativas ampliadas para 14 comunidades autónomas. Ahora bien, en la evaluación por ordenador han participado 19 países (16 de la OCDE). En España, la base de datos que permite el análisis de los datos que provienen de este tipo de evaluación comprende 10.175 individuos.

Asimismo, entre las variables recogidas, además de las puntuaciones obtenidas, se encuentran una serie de indicadores relacionados con el stock y consumo de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) por parte de los alumnos evaluados. El presente capítulo desarrolla los posibles efectos que el uso y consumo de estas nuevas tecnologías pueden tener como determinantes de las competencias evaluadas en PISA 2012 mediante ordenador. Este análisis se desarrolla desde una visión segmentada según género y se extiende, parcialmente, a la titularidad de centro.

El presente capítulo se estructura con diferentes apartados: en primer lugar, se analiza la situación española en relación al dominio de las TIC; en segundo lugar, se revisan los principales estudios empíricos (internacionales y nacionales) sobre el impacto de las TIC en el rendimiento académico de los estudiantes; en tercer lugar se presenta la muestra de datos y la metodología aplicada para desarrollar el estudio; en cuarto lugar se muestran los resultados; por último, se exponen las conclusiones.

SITUACIÓN ESPAÑOLA EN CUANTO AL DOMINIO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

A partir de la información que brinda EUROSTAT se puede tener una idea general del uso real de las TIC en España. En primer lugar, y para el último dato disponible (año 2013), se constata que un 70% de los hogares españoles contaba con acceso a Internet, 9 puntos porcentuales por debajo de la media de la UE-28 y a una considerable distancia de otros países de nuestro entorno como Francia (82%), Alemania (88%) y Reino Unido (88%). Aun así, esta situación no debe soslayar el importante crecimiento en la cobertura de Internet dado en los últimos años. En segundo lugar, un 29% de la población accede a Internet con el objetivo de buscar información relacionada con el aprendizaje, mientras que la media europea asciende a un 32%. Por último, debe tenerse en cuenta la mejor posición relativa de España en cuanto a las capacidades para utilizar un ordenador e Internet. En este marco el gobierno español aprobó en 2009 la Estrategia 2011-2015 del Plan Avanza 2, que se estructura en cuatro ejes de actuación: administración sin papeles, infraestructuras, uso y confianza en Internet y el impulso de la industria TIC española.

Con este marco general, una aproximación más cercana a la población objetivo de nuestro estudio lo brinda la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de la Informática y Comunicación en los hogares 2013 realizada por el INE. En la misma se puede observar que del total de viviendas, un 73,4% contaba con ordenador y un 69,8% tenía acceso a Internet, existiendo amplias diferencias según el origen socioeconómico de las familias. Por ejemplo, con respecto a la tenencia de conexión a Internet existe una amplia variación desde el 40,5%, en el caso de hogares con menores ingresos mensuales netos, al 97,1% en aquellos hogares situados en el rango máximo de la clasificación utilizada.

² El apartado referido a la resolución de problemas ya era un área de evaluación en PISA en 2003 (en papel) pero no se volvió a introducir en las sucesivas ediciones de PISA hasta la presente edición de 2012 (OECD, 2012).

En cuanto al uso de Internet, si centramos la atención en la franja de edad de 16 a 24 años, un porcentaje superior al 90% de los encuestados indicaba el uso del correo electrónico y la participación en redes sociales. Conviene destacar que un 76,1% mencionaba que empleaba Internet para la búsqueda de información sobre educación, formación u otro tipo de cursos. Asimismo, un 80% señalaba el acceso a wikis (como Wikipedia, por ejemplo) o enciclopedias *on-line* para obtener conocimientos sobre cualquier tema. Finalmente, se debe remarcar que en estos cuatro aspectos los individuos en dicha franja de edad muestran los porcentajes más altos de uso en relación a los de mayor edad.

Asimismo, la encuesta del INE nos permite conocer algunos de los hábitos relacionados con las TIC para la franja de edad de 10 a 15 años, grupo más cercano al evaluado en la prueba PISA. Aquí se observa que una amplia mayoría se debería considerar como un usuario “frecuente” del ordenador e Internet (95,2% y 91,8%, respectivamente), con diferencias marcadas en cuanto al origen socioeconómico y sin diferencias destacables por género. Finalmente, en cuanto a los lugares donde esos niños y niñas acceden a Internet, la encuesta muestra que son los hogares, con un 88,2%, la opción más repetida seguida por los centros escolares con un 70%.

Con el objetivo de conocer el uso de las TIC en las escuelas debemos recurrir a las estadísticas que ofrece el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes (MECD) a través de la Subdirección General de Estadísticas y Estudios y cuya versión más actualizada corresponde al curso 2011/2012. Allí podemos observar que, para el total de centros, un 50,4% de los ordenadores se ubicaban en las aulas de clase, seguidos por un 25,7% que se encontraban en las aulas de informática. Específicamente, para el caso de los centros públicos de enseñanza secundaria, la proporción era de 46,5% y 25,7% respectivamente. En cuanto al uso de los mismos, dichas fuentes indican que un 77,7% de los ordenadores se destinaban a actividades docentes, seguidos de un 14% para tareas propias del profesorado.

Finalmente, un elemento que podría incidir directamente en el conocimiento de las nuevas tecnologías por parte de los alumnos de secundaria es la posibilidad real que tienen los mismos de contar con un ordenador para su uso individual en la escuela. Las fuentes del MECD indican que existe una media de 3,2 alumnos por ordenador destinado a tareas de enseñanza y aprendizaje, siendo este valor de 2,8 en el caso de las escuelas públicas de educación secundaria.

EL EFECTO DE LAS TIC SOBRE EL RENDIMIENTO EDUCATIVO

Los principales estudios que analizan el efecto de la presencia y uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las escuelas sobre el rendimiento de los estudiantes (entendido como superar exámenes, cursos escolares o adquirir competencias, por ejemplo) no son concluyentes. Así, mientras que un grupo de autores señala que las TIC inciden positivamente sobre dicho rendimiento, otro grupo muestra que no tienen efecto alguno (y en menor medida que inciden de manera negativa).

La mayoría de estudios analiza la aplicación de políticas específicas de fomento de la presencia y uso de las TIC. En los mismos, los autores suelen destacar que es determinante el diseño y puesta en práctica (aplicación) de las políticas desarrolladas. Otro tipo de investigaciones relacionan la presencia de recursos TIC en los centros escolares y su uso sobre los resultados de las evaluaciones internacionales de adquisición de competencias (PISA principalmente).

Entre el grupo de análisis que muestran efectos positivos de la inversión en TIC sobre el rendimiento escolar podemos destacar los siguientes: Machin et al. (2007) en Inglaterra, Barrow et al. (2009) en Estados Unidos y Banerjee et al. (2007) en India. El estudio de Machin et al. (2007) muestra que, en alumnos de educación primaria, un incremento del gasto en TIC mejora los resultados en determinadas asignaturas (inglés y ciencias) pero no en matemáticas. Asimismo, Barrow et al. (2009) revelan el éxito de un programa informático para aprender matemáticas en varios distritos de Los Ángeles, de modo que, en su estudio, los alumnos (seleccionados de manera aleatoria) asistidos por ordenador obtuvieron mejores resultados que aquellos que siguieron métodos de enseñanza tradicional. Finalmente, Banerjee et al. (2007) enfatizan el efecto positivo sobre el rendimiento escolar de alumnos, en escuelas urbanas en la India, de la utilización de un programa de aprendizaje de las matemáticas asistido por ordenador. En la investigación se comparan los resultados de dicho programa frente a la contratación de maestras jóvenes. Aunque con ambos métodos los estudiantes mejoraron sus resultados, éstos fueron mayores en el primer caso (con el uso de ordenadores). Además, los mayores beneficios del programa se dieron en aquellos estudiantes con un bajo rendimiento escolar previo.

Entre los estudios del segundo grupo, que muestran mayoritariamente la inexistencia de impacto de las TIC sobre el rendimiento académico (y en menor medida resultados negativos), podemos destacar los siguientes. Leuven et al. (2007) evalúan un programa de ayuda para comprar ordenadores y programas informáticos en escuelas desfavorecidas de educación primaria en los Países Bajos. En su análisis no constatan efecto alguno sobre los resultados de los estudiantes en lenguaje y matemáticas. Asimismo, Goolsbee y Guryan (2006) analizan los subsidios a los distritos escolares para que las escuelas inviertan en Internet y comunicaciones en Estados Unidos y observan que dicha inversión no tiene impacto alguno significativo en ninguna medida analizada relacionada con el logro académico. Tampoco Rouse y Krueger (2004), en su evaluación de los efectos de un programa educativo informático sobre el conocimiento del lenguaje y la lectura, encuentran resultados satisfactorios para el conjunto del alumnado ni para aquellos con dificultades de aprendizaje. En Colombia, Barrera-Osorio y Linden (2009) revelan que el programa de introducción de ordenadores en escuelas no ha mejorado el rendimiento en matemáticas y lenguaje de los alumnos, si bien la falta de éxito se asocia al propio uso de los ordenadores, que se dedicaron más a enseñar a los alumnos a utilizarlos que a la enseñanza de materias. Finalmente, en la evaluación de un programa de dotación de recursos para adquirir ordenadores en escuelas que imparten educación primaria o secundaria en Israel, Angrist y Lavy (2002) concluyen que dichos recursos no inciden en los resultados de los alumnos en matemáticas en secundaria, e incluso que el efecto resulta negativo en los resultados de los estudiantes de primaria.

Como se ha indicado anteriormente, más allá del análisis de programas de incorporación y uso de TIC a las escuelas, existen investigaciones que relacionan la dotación y uso de TIC en las escuelas con la adquisición de competencias (evaluadas en las pruebas internacionales como el análisis de PISA de la OCDE). Los resultados son dispares. Así, para la edición de 2000, Fuchs y Woessman (2004) muestran que el uso de ordenador no tiene un impacto en el rendimiento de los alumnos. Sin embargo, en la evaluación de 2006, Spiezia (2010) señala que existe un efecto positivo y significativo del uso de ordenadores en la escuela en el rendimiento en ciencias de los estudiantes y, asimismo, dicho efecto es mayor en los alumnos con un nivel socioeconómico mayor. Ahora bien, incide más el uso de ordenadores si éste se produce en casa que en el centro escolar.

En el ámbito español, no existen estudios sobre políticas específicas, sino que se analiza el efecto de las TIC sobre el rendimiento de los estudiantes en evaluaciones

internacionales. Así, los estudios de Calero y Escardíbul (2007) y Cordero et al. (2012), con datos de distintas evaluaciones de PISA, muestran la no incidencia de la ratio ordenadores por alumno en el rendimiento académico. Asimismo, Choi y Calero (2013) apuntan la existencia de un efecto negativo. Sin embargo, el reciente análisis de Cabras y Tena (2013), con datos de la evaluación de PISA de 2012, muestra cierta evidencia del efecto positivo del uso de ordenadores sobre la adquisición de competencias matemáticas de los alumnos. En su estudio, dicha incidencia resulta significativamente mayor en estudiantes de grupos socioeconómicos más desfavorecidos. Finalmente, en su análisis de la evaluación de distintas competencias llevada a cabo por la Comunidad de Madrid, entre 2006 y 2009, Anghel y Cabrales (2010) concluyen que la variable asociada a las TIC no es significativa para explicar los resultados de los estudiantes. En resumen, las investigaciones presentan resultados dispares, si bien en el caso español apenas se constata evidencia empírica sobre el efecto positivo de las TIC en la escuela en el rendimiento de los estudiantes.

Otro elemento a tener en cuenta es la posible variación en los resultados obtenidos de las evaluaciones debido a la herramienta utilizada para su resolución. En este sentido, Butters y Walstad (2011) emplean dos grupos de alumnos de octavo y noveno grado de escuelas de Florida y Delaware (13 a 15 años) y encuentran que los estudiantes tienen un mejor rendimiento con la prueba en ordenador que con una prueba de igual dificultad en papel. Asimismo, mientras que la prueba con ordenador reduce las respuestas realizadas al azar, la evaluación en papel reduce el sesgo provocado por el orden de los ítems evaluados. En otro estudio, Bennett et al. (2008) consideran alumnos de octavo grado (13-14 años) de escuelas públicas y privadas en los Estados Unidos. Para determinar el impacto de la tipología de prueba en los resultados conforman aleatoriamente dos grupos de alumnos para evaluar los mismos contenidos de matemáticas con papel y ordenador, respectivamente. Los resultados indican una diferencia mínima, pero significativa, a favor del papel. Estos mismos resultados se observan en el estudio de Jeong (2012) para Corea del Sur. Por su parte, en su amplia revisión de la literatura para el período 1997-2007 y a partir de un meta análisis, Kingston (2009) concluye que el modo de administración de la prueba (papel u ordenador) no afecta de manera sensible el rendimiento de los estudiantes para los diferentes grados analizados para Estados Unidos. Una medida para corroborar la comparabilidad de las pruebas la introduce Bennett (2003). Dicho autor sugiere que para confirmar que los resultados obtenidos por ambos tipos de pruebas son comparables, se deberían mantener la distribución de los puntajes obtenidos y el orden entre individuos entre el puntaje obtenido en la prueba en papel y en ordenador.

De hecho, en la evaluación de PISA-2012, en España se da una puntuación mayor de los estudiantes en las pruebas en papel que por ordenador. Así, el resultado matemático de la evaluación por ordenador (475) está 9 puntos por debajo del resultado de la prueba en papel. En el caso de la comprensión lectora, la diferencia a favor de la evaluación en papel es de 22 puntos (el resultado por ordenador es 466).

En cuanto a los posibles efectos diferenciales por subgrupos de población, Kingston (2009) fija la atención en variables como la experiencia en el uso de la herramienta, el status socioeconómico, la etnia y el género, sin encontrar diferencias significativas. En esta línea se expresa el trabajo de Sandene et al. (2008). Específicamente, en cuanto al género, Jeong (2012) encuentra que, mientras las mujeres muestran una caída en el rendimiento al pasar del papel al ordenador en todas las competencias evaluadas, en el caso de los hombres esa caída solo se da en lengua. A este respecto, la evaluación de PISA de 2012 muestra que tanto los chicos como las chicas obtienen peores resultados en las evaluaciones en ordenador que en papel. Las diferencias para los chicos son 11 puntos en matemáticas y 21 en comprensión lectora; en el caso de las chicas dichas diferencias son, respectivamente, 7 y 23.

En cuanto al efecto del *hardware* utilizado (dimensiones del monitor, resolución), Květon et al. (2007) demuestra como un cambio en los colores de la presentación de las pruebas afecta los resultados finales. Asimismo, Bennett (2003) centra la atención en la relevancia del tamaño del monitor y su relación con el tamaño de la letra que puede modificar la información presentada en pantalla al alumno y, por tanto, el rendimiento posterior. Otros elementos mencionados por Kingston (2009) son la calidad de la conexión a Internet, el tiempo dado para la resolución de la prueba y las preferencias de los estudiantes. En línea con este último punto, Richardson et al. (2002) denota la importancia de la motivación del estudiante como un elemento relevante para su rendimiento en la prueba.

Un elemento adicional de análisis que la literatura ha estudiado es la influencia de las posibles limitaciones de las pruebas realizadas con el ordenador (imposibilidad de revisar todas las preguntas de la prueba, cambiar respuestas o saltar preguntas, etc.) en las puntuaciones obtenidas. En esta línea, un estudio de Mason et al. (2001) llega a la conclusión que si las condiciones de la prueba son equivalentes (entre ordenador y papel) no hay diferencias entre las puntuaciones obtenidas por los examinados. Por tanto, ambas serían equivalentes y demostrarían el nivel de competencias real de un estudiante. Por último, Bennet (2003) agrega que en las pruebas realizadas con ordenador no solo se evalúan las capacidades en el área en cuestión (matemáticas, lengua o ciencias, por ejemplo) sino la pericia para manejarse en un entorno diferente que, por tanto, requiere de competencias adicionales. Este último punto resulta relevante en el estudio de Sandene et al. (2008) tras realizar un análisis comparado entre pruebas de matemáticas contestadas en papel y por ordenador. En las pruebas PISA 2012 se intenta tener en cuenta este posible efecto explicitando claramente que en ellas se incorpora solo un nivel básico de destrezas para trabajar con el ordenador (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2013).

De lo expuesto anteriormente, resulta de interés desarrollar dos tipos de estudios. Por un lado, el efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias de los estudiantes en distintos ámbitos. Por otro, ver si dichas variables inciden de un modo distinto en función de si las pruebas se realizan en papel o mediante ordenador. En este estudio intentamos dar respuesta al primer análisis planteado. Para el segundo, puede revisarse el estudio de Marcenaro (2014) en este mismo volumen.

DATOS Y METODOLOGÍA

A partir de la base de datos recogidos en PISA 2012 para las evaluaciones mediante ordenador, que cuenta con 10.175 observaciones, en el presente apartado, y dado su interés específico para este capítulo, se explican en profundidad aquellas variables que se han tenido en cuenta para reflejar la tenencia y el uso o consumo de las tecnologías de la información y la comunicación.

Variables TIC

La mayoría de variables relacionadas con las TIC utilizadas en este análisis son un índice escalado mediante la “Teoría de respuesta al ítem”, de modo que se transforman las variables para que, en el conjunto de países de la OCDE tengan un valor promedio cero y desviación estándar igual a uno (véase OECD, 2013). Un mayor valor del índice muestra un mayor uso del recurso analizado o una mayor tenencia de elementos vinculados con el mismo.

En la Tabla 6.1 se describen las características de las variables TIC utilizadas en el análisis empírico. Dichas variables pueden considerarse en tres grupos: las personales (que definen la relación de los alumnos con las TIC); variables de tenencia de elementos de tecnologías de la información y la comunicación y, finalmente, las referidas al uso de las TIC. En el primer caso se considera tanto la actitud hacia los ordenadores (si para el estudiante son una herramienta para aprender en la escuela) como la edad de inicio en el uso de las TIC. En el segundo, se tienen en cuenta la existencia y disponibilidad de TIC en el hogar, la disponibilidad de TIC en la escuela y la ratio de ordenadores respecto al número de estudiantes en el curso donde hay más estudiantes de 15 años. En este grupo debe señalarse que, tanto la variable que indica la disponibilidad de TIC en el hogar como aquella que define la existencia de recursos TIC en el mismo se incluyen en la regresión de manera separada, ya que en ambas se incorporan algunos factores repetidos. Finalmente, se agregan al estudio variables relacionadas con el uso de las TIC, ya sean como entretenimiento, para hacer tareas escolares en el hogar, uso en la escuela (y el caso particular de las clases de matemáticas), así como el tiempo de utilización de los ordenadores. En el Anexo se muestran los principales descriptivos para las variables TIC de la base de datos, sin detectarse diferencias significativas por género.

Resto de variables

Las variables de control utilizadas se refieren a las características de los alumnos y sus familias, así como a las escuelas. El primer tipo de información lo proporcionan los estudiantes, mientras que los datos referidos a las variables escolares provienen de la información dada por los directores de los centros educativos. Las variables individuales son las siguientes: edad del alumno, si el estudiante es nativo o inmigrante (de primera o segunda generación), si ha cursado educación infantil más de un año (respecto a menos de un año o no haber cursado), si ha repetido curso (se distingue entre primaria, secundaria o ambas) y grado de absentismo escolar. Las variables familiares comprenden los siguientes factores: si la madre y el padre son activos laboralmente, existencia de más de 100 libras en el hogar, índice de estatus ocupacional del padre y de la madre, si la familia es monoparental y años de escolarización de cada progenitor.

Tabla 6.1. Definición de las variables TIC empleadas en el análisis empírico

Variable	Definición
VARIABLES PERSONALES RELACIONADAS CON LAS TIC	
Actitud hacia los ordenadores: herramienta de aprendizaje	Grado de acuerdo (muy de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; muy en desacuerdo) con las siguientes afirmaciones: el ordenador es una herramienta muy útil para hacer las tareas escolares; los deberes con un ordenador son más divertidos; Internet es un gran recurso para obtener información que puedo utilizar en mis tareas escolares; es un problema usar el ordenador para el aprendizaje; como cualquiera puede subir información a Internet, en general éste no resulta adecuado para el trabajo escolar; la información obtenida a través de Internet es generalmente demasiado poco fiable para ser usada en tareas escolares
Edad inicio en TIC	Edad en la que el alumno usó por primera vez un ordenador
EXISTENCIA DE TIC	
Disponibilidad de TIC en el hogar	Disponibilidad en el hogar para el uso del alumno de los siguientes elementos: ordenador; portátil; conexión a internet; consola para juegos; móvil; reproductor de MP3-MP4 o similar; impresora; memoria USB
Recursos TIC en el hogar	En el hogar hay <i>software</i> educativo; existe conexión a Internet; ordenadores (se debe indicar la cantidad)
Disponibilidad de TIC en la escuela	Disponibilidad en la escuela para el uso del alumno de los siguientes elementos: ordenador; portátil; conexión a Internet; impresora; memoria USB
Ratio ordenadores/número de estudiantes	Número de ordenadores disponibles en la escuela para la educación respecto al número de estudiantes (en el curso modal nacional de 15 años de edad)
USO DE LAS TIC	
Uso de TIC como entretenimiento	Unión de diversas respuestas (nunca o casi nunca; una o dos veces al mes; una o dos veces a la semana; casi cada día; cada día) a las siguientes preguntas relacionadas con el uso de ordenadores para el entretenimiento: juegos (individuales o en grupo); uso del correo electrónico; chatear; participar en redes sociales; visionado de videos; leer noticias por Internet; obtener información práctica por Internet; subir contenidos propios para compartir.
Uso de TIC en el hogar para hacer tareas escolares	Frecuencia (nunca o casi nunca; una o dos veces al mes; una o dos veces a la semana; casi cada día; cada día) en la que el alumno realiza las siguientes tareas escolares: navegar por Internet para trabajo escolar; usar el correo electrónico para comunicarse con compañeros o profesores; descargar o subir material a la página web de la escuela; revisar la web de la escuela para obtener información; hacer deberes en el ordenador; compartir materiales escolares con otros alumnos
Uso de TIC en la escuela	Frecuencia de uso de un ordenador (nunca o casi nunca; una o dos veces al mes; una o dos veces a la semana; casi cada día; cada día) para realizar las siguientes actividades en la escuela: chatear; utilizar el correo electrónico; navegar por la red para realizar tareas escolares; descargar o subir materiales escolares de Internet; poner el trabajo en la página web de la escuela; hacer simulaciones; hacer ejercicios y prácticas (en lengua extranjera o matemáticas); hacer deberes en un ordenador de la escuela; usar los ordenadores de la escuela para trabajos en grupo y comunicarse con otros alumnos
Uso de TIC en matemáticas	Uso de TIC en clase de matemáticas
Tiempo de uso de ordenadores	Tiempo de uso de los ordenadores (en minutos en un día típico)

Los factores escolares incluidos en el análisis son: titularidad del centro (público, privado-concertado, privado-independiente), localización (tamaño del municipio en función del número de habitantes), agrupación de alumnos por nivel académico (en algunas o todas las clases), autonomía en la administración del centro (se considera la contratación de profesorado, fijación de salarios y aumentos salariales, establecimiento y distribución del presupuesto, gestión del centro y gestión curricular), porcentaje de alumnos inmigrantes, nivel educativo medio de los padres de los alumnos del centro, número de estudiantes por aula, número de alumnos por profesor, porcentaje de chicas en la escuela, tamaño escolar (número de estudiantes) y un índice de calidad del profesorado. También se incluyen variables *dummies* que indican la Comunidad Autónoma donde está localizado el centro escolar (si bien la base de datos no permite identificar a qué Comunidad se refiere).

Modelos jerárquicos multinivel y tratamiento de los valores perdidos

En las evaluaciones de PISA los datos relacionados con los alumnos están “anidados” a nivel de centro escolar, de modo que no pueden aplicarse técnicas de regresión lineal simple, ya que la elección de estudiantes es aleatoria, pero se efectúa una vez han sido seleccionadas las escuelas. Por tanto, la distribución global del alumnado no es aleatoria (cabe esperar un mayor nivel de semejanza entre los estudiantes del mismo centro). En este contexto, la estrategia econométrica adecuada es el uso de modelos jerárquicos (multinivel) en los que se distinguen dos categorías: alumnos (primer nivel) y escuelas (segundo nivel).

Asimismo, los resultados de la evaluación se obtienen utilizando la metodología denominada “Teoría de respuesta al Ítem” (TRI), que permite comparar los resultados obtenidos por cada alumno a pesar de que no todos los estudiantes responden las mismas preguntas. En concreto, en PISA se proporcionan cinco valores plausibles como resultados de cada alumno en cada ámbito de análisis. Ello conlleva que en el cálculo de estimadores deban utilizarse los cinco valores señalados de un determinado modo: se llevan a cabo los cálculos de los estadísticos para cada valor plausible y, con posterioridad, se considera el promedio de los valores resultantes. En realidad, para el cálculo de los estadísticos se utilizan los cinco valores plausibles y 80 réplicas que proporciona PISA, que permiten obtener estimadores eficientes. El uso de replicaciones es necesario, debido al modo de selección en dos etapas o niveles de la muestra, descrito anteriormente.

Las variables explicativas se refieren a estudiantes y escuelas. Con respecto a los primeros, los evaluados proporcionan información relacionada con aspectos personales y familiares. Con referencia a los centros educativos, los directores informan sobre sus características (materiales y de personal), así como sobre los métodos de gestión de los centros y los procesos de enseñanza-aprendizaje. Las variables explicativas son de tres tipos: cuantitativas, que provienen de las respuestas a los cuestionarios; índices que resultan de la transformación de una o más variables; e índices escalados, mediante la metodología TRI.

Una vez realizadas las consideraciones anteriores, el modelo de análisis multinivel que se estima en este estudio se expone en las ecuaciones (1) a (3):

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{k=1}^n \beta_{1j} X_{kij} + \varepsilon_{ij} \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_1 \gamma_{01} Z_{1j} + \mu_{0j} \quad \mu_{0j} \sim N(0, \tau_0) \quad (2)$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} \quad \mu_{1j} \sim N(0, \tau_1) \quad (3)$$

Donde Y_{ij} se refiere a los resultados esperados en matemáticas del estudiante “i” en la escuela “j”; X_{kij} es un vector de “k” características del estudiante “i” en la escuela “j” (variables explicativas del nivel 1) y Z_{lj} es un vector de “l” características de la escuela “j” (variables del nivel 2). Los efectos aleatorios son μ_j (a nivel de escuela) y ε_{ij} (a nivel de alumno). Los parámetros estimados se anotan como β . La ecuación (4) permite presentar todo el modelo en una sola ecuación; se obtiene al introducir las ecuaciones (2) y (3) en (1). De este modo, se distingue una serie de efectos fijos ($\gamma_{00} + \gamma_{10}X_{kij} + \gamma_{01}Z_{lj}$) de los efectos aleatorios o estocásticos ($\mu_{0j} + \varepsilon_{ij}$).

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10} X_{kij} + \gamma_{01} Z_{lj} + \mu_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

Asimismo, en el análisis empírico se aborda el problema de la falta de respuestas de los individuos en algunas variables (*missings*). A este respecto, los valores perdidos se han estimado mediante el método de imputación por regresión recomendado por la OECD (2008). Ahora bien, el porcentaje de valores *missing* es reducido (no superior al 5% en la mayoría de variables utilizadas, alcanzando un máximo del 9,8%). Tan solo no se han imputado valores perdidos en el caso de las variables relacionadas con la condición de inmigrantes de los estudiantes, la titularidad del centro y la población donde éste se localiza.

Finalmente, todas las estimaciones se han realizado con el software HLM 6, que permite estimaciones que tienen en cuenta todos los elementos señalados con anterioridad y que proporciona errores estándar de los coeficientes de la regresión robustos (Willms y Smith, 2005). A este respecto, no se observó multicolinealidad.

RESULTADOS

Los resultados en las pruebas realizadas por ordenador, para las tres competencias evaluadas, muestran un mayor rendimiento en resolución de problemas (476,8 de media), seguido por el resultado en matemáticas (474,9) y comprensión lectora (466,2). En cuanto a las diferencias por género, en resolución de problemas y matemáticas se observa una mayor puntuación para los chicos (1,5 y 12,5 puntos respectivamente). En el caso de comprensión lectora son las chicas las que tienen un mayor rendimiento (26,9 puntos más en la evaluación de media). Como un apunte adicional, como se ha mencionado en el apartado anterior, tanto en las evaluaciones de matemáticas como en comprensión lectora, los alumnos (en su conjunto) obtienen peores resultados en las pruebas en ordenador que en papel (9 y 22 puntos, respectivamente). Por género, los chicos consiguen 11 puntos menos en matemáticas y 21 en comprensión lectora, mientras que en las chicas dichas diferencias son 7 y 23 puntos, respectivamente.

Resultados en las tres pruebas analizadas según género

A continuación se presentan los resultados referidos a la incidencia de las variables relacionadas con las TIC en la adquisición de las tres competencias evaluadas por ordenador en PISA 2012: matemáticas (Tabla 6.2), resolución de problemas (Tabla 6.3) y comprensión lectora (Tabla 6.4). En los tres casos se ha dividido la muestra según género.

Con respecto a la competencia matemática, las variables personales relacionadas con las TIC muestran que tanto la actitud hacia los ordenadores como herramienta para aprender como la edad en la que se han iniciado en el uso de las TIC inciden en el caso de las chicas pero no de sus compañeros varones. Para ellas, los resultados en la evaluación de

matemáticas se ven incrementados si tienen una actitud positiva hacia los ordenadores como herramienta de trabajo y cuanto antes se hayan iniciado en el uso de ordenadores.

Tabla 6.2. Efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias en matemáticas

Variables	Chicos1	Chicas1	Chicos2	Chicas2
Actitud hacia ordenadores	1,51 (1,40)	2,80** (1,31)	1,74 (1,42)	2,97** (1,30)
Edad inicio en TIC	-0,26 (0,55)	-1,41*** (0,52)	-0,28 (0,55)	-1,49*** (0,51)
Disponibilidad TIC en el hogar	2,71* (1,47)	1,89 (1,87)		
Recursos TIC en el hogar			5,93*** (1,61)	4,38*** (1,54)
Disponibilidad TIC en escuela	3,55** (1,44)	4,33*** (1,57)	3,93** (1,44)	4,92*** (1,57)
Ratio ordenadores/número de estudiantes	7,64 (6,34)	8,56* (4,96)	7,64 (6,34)	8,88** (4,98)
Uso de TIC como entretenimiento	3,21* (1,71)	3,44* (2,07)	3,18* (1,74)	3,52* (2,02)
Uso de TIC en hogar para tareas escolares	-3,30** (1,64)	-3,15 (2,03)	-2,84* (1,62)	-2,72 (2,06)
Uso de TIC en la escuela	-4,33*** (1,56)	-5,41*** (2,02)	-4,39*** (1,56)	-5,52*** (2,01)
Uso de TIC en matemáticas	-0,97 (1,48)	0,31 (1,23)	-0,75 (1,48)	0,42 (1,25)
Tiempo de uso de los ordenadores	-0,04 (0,03)	-0,12*** (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,13*** (0,03)
Constante incluida	Sí	Sí	Sí	Sí
Variables pers./fam./escol.incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
CCAA incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
Número observaciones	4.983	4.821	4.983	4.821

*** denota variable significativa a nivel 1%; ** al 5%; * al 10%.

Fuente: elaboración propia a partir de microdatos de PISA-2012.

En cuanto a los factores relacionados con la existencia de TIC en el hogar, de las dos variables consideradas la que muestra una mayor significatividad, para chicos y chicas es la referida a la existencia de recursos TIC que considera si existe en el hogar un *software* educativo, ordenador/es y conexión a Internet. La variable que incluye más factores en su definición presenta una menor significatividad y solo para los chicos. Para el caso de la escuela, la disponibilidad de recursos incide positivamente en el rendimiento de todo el alumnado (chicos y chicas). Estos resultados son similares para el caso de los alumnos *resilientes*, tal y como se explica en el capítulo de Cordero et al. (2014) incluido en este mismo volumen. Asimismo, en el caso de las alumnas, una mayor ratio de ordenadores por alumno también tiene un efecto positivo sobre sus resultados.

Finalmente, las variables de uso de las TIC, en general, así como de tiempo de uso muestran unos resultados negativos sobre la adquisición de competencias, salvo para el caso del uso de ordenadores como entretenimiento. A nuestro entender, la interpretación de estos resultados es la siguiente: un mayor uso de las TIC como entretenimiento (*proxy* de su mayor dominio y disfrute) incrementa los resultados, en línea con el efecto positivo parcial de la actitud hacia los ordenadores, de modo que aquellos más familiarizados con los mismos obtienen mejores resultados. Sin embargo, el signo negativo del mayor uso de las TIC en cuanto a las tareas escolares, en la escuela o en casa (en este caso solo para los chicos) puede reflejar una causalidad inversa: los que obtienen peores resultados usan más los ordenadores para este tipo de tareas porque precisan más tiempo en la realización de deberes y el estudio. En el caso particular de las matemáticas puede analizarse también si un mayor uso de las TIC en clase de esta materia incide sobre la adquisición de competencias. Los resultados, sin embargo, no muestran significatividad estadística alguna. Por último el tiempo de uso de los ordenadores muestra un efecto negativo (en línea con los resultados referidos a la frecuencia de uso), si bien solo en el caso de las chicas.

En el ámbito de la resolución de problemas, como se expone en la Tabla 6.3, respecto a los factores personales relacionados con las TIC la variable asociada a la actitud hacia los ordenadores como herramienta para aprender deja de ser significativa en el caso de la resolución de problemas (como lo era para las chicas en matemáticas), mientras que la edad en la que el alumnado se ha iniciado en el uso de las TIC sí incide negativamente tanto en las chicas (como en matemáticas) como en los chicos.

Las variables relacionadas con la existencia de TIC en el hogar (en los dos elementos incluidos en el estudio) y en la escuela no resultan significativas, como tampoco la ratio de ordenadores por alumno en el centro educativo. De este modo, a diferencia del caso de las matemáticas, no parece relevante la existencia de TIC en el rendimiento en la prueba por ordenador en resolución de problemas.

Por último, en cuanto a las variables de uso de las TIC, de nuevo resulta positivo (como en el caso de las matemáticas) el uso de ordenadores como entretenimiento, pero negativo (en el caso del hogar, pero no en la escuela) el uso para tareas escolares, así como el tiempo de uso (para el caso de las chicas). Como anteriormente, en este caso debe considerarse la existencia de causalidad inversa.

Tabla 6.3. Efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias en resolución de problemas

Variables	Chicos1	Chicas1	Chicos2	Chicas2
Actitud hacia ordenadores	-0,76 (1,94)	-1,99 (1,91)	-0,82 (1,94)	-1,99 (1,89)
Edad inicio en TIC	-2,00** (0,87)	-1,99** (0,78)	-1,79** (0,83)	-1,97** (0,76)
Disponibilidad TIC en el hogar	-4,09 (2,58)	-0,89 (2,32)		
Recursos TIC en el hogar			1,44 (2,98)	1,66 (2,31)
Disponibilidad TIC en escuela	0,71 (2,28)	3,29 (2,23)	-0,04 (2,29)	3,36 (2,26)
Ratio ordenadores/número de estudiantes	0,98 (7,68)	9,06 (6,67)	1,12 (7,72)	9,13 (6,65)
Uso de TIC como entretenimiento	14,32*** (2,68)	11,52*** (3,04)	13,50*** (2,56)	11,16*** (2,97)
Uso de TIC en hogar para tareas escolares	-12,18*** (2,31)	-8,86*** (2,64)	-12,03*** (2,29)	-8,74 (2,75)
Uso de TIC en la escuela	-4,36 (2,65)	-4,52 (2,99)	-4,22 (2,63)	-4,58 (2,97)
Tiempo de uso de los ordenadores	0,004 (0,05)	-0,12*** (0,04)	-0,006 (0,05)	-0,13*** (0,04)
Constante incluida	Sí	Sí	Sí	Sí
Variables pers./fam./escol.incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
CCAA incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
Número observaciones	4.983	4.821	4.983	4.821

*** denota variable significativa a nivel 1%; ** al 5%; * al 10%.

Fuente: elaboración propia a partir de microdatos de PISA-2012.

En último lugar analizamos el efecto de las TIC en la adquisición de competencias en comprensión lectora (tabla 6.4). En este caso, la consideración de los ordenadores como herramienta de trabajo no incide en la adquisición de competencias (de manera análoga a la resolución de problemas), mientras que una temprana edad en el inicio de las TIC favorece dicha adquisición solo en el caso de las chicas (como sucede para las matemáticas).

La disponibilidad de recursos TIC no influye en el resultado de la evaluación de la comprensión lectora (salvo con un signo negativo en una de las dos variables asociadas a la disponibilidad de TIC en el hogar). La práctica no incidencia significativa de este tipo de variables asemeja los resultados a los asociados con la resolución de problemas. Con respecto a las variables de uso de las TIC, como en los casos anteriores, afecta positivamente en los resultados su utilización como entretenimiento. Como en las otras competencias analizadas, en general, las variables de uso de las TIC (y tiempo de uso) presentan una significatividad negativa. En el caso de la comprensión lectora el uso de TIC en el hogar para tareas escolares incide negativamente en chicos y chicas (como en la resolución de problemas), el uso de las TIC en la escuela solo en el caso de los chicos y el tiempo de uso en las chicas.

Tabla 6.4. Efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias en comprensión lectora

Variables	Chicos1	Chicas1	Chicos2	Chicas2
Actitud hacia ordenadores	2,77 (1,89)	-0,65 (1,70)	2,65 (1,88)	-0,80 (1,70)
Edad inicio en TIC	-0,83 (0,71)	-1,31** (0,66)	-0,43 (0,70)	-1,12* (0,65)
Disponibilidad TIC en el hogar	-8,07*** (2,21)	-5,65** (2,29)		
Recursos TIC en el hogar			2,40 (2,28)	1,83 (1,78)
Disponibilidad TIC en escuela	1,04 (1,69)	2,80 (2,09)	-0,42 (1,75)	2,53 (2,08)
Ratio ordenadores/número de estudiantes	0,09 (6,58)	2,39 (6,34)	0,39 (6,79)	2,38 (6,41)
Uso de TIC como entretenimiento	8,23*** (2,26)	8,35*** (2,77)	6,65*** (2,17)	6,85** (2,76)
Uso de TIC en hogar para tareas escolares	-7,56*** (2,02)	-6,42*** (2,19)	-7,24*** (2,01)	-6,22*** (2,25)
Uso de TIC en la escuela	-4,02* (2,13)	-2,51 (2,27)	-3,74* (2,15)	-2,73 (2,26)
Tiempo de uso de los ordenadores	0,06 (0,04)	-0,06* (0,03)	0,05 (0,04)	-0,07** (0,04)
Constante incluida	Sí	Sí	Sí	Sí
Variables pers./fam./escol. incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
CCAA incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí
Número observaciones	4.983	4.821	4.983	4.821

*** denota variable significativa a nivel 1%; ** al 5%; * al 10%.

Fuente: elaboración propia a partir de microdatos de PISA-2012.

Un resumen de los resultados se muestra en la Tabla 6.5 (se expone el signo del efecto de cada factor sobre la adquisición de competencias solo si resulta estadísticamente significativo). Como se constata en dicha tabla, entre las variables personales, mientras que la actitud hacia los ordenadores como instrumento de trabajo apenas incide en la adquisición de competencias (solo en las chicas en matemáticas), una pronta edad de inicio en el uso de las TIC sí resulta positivamente significativa en todas las competencias en las chicas (solo en resolución de problemas en los chicos). La disponibilidad de recursos de TIC en el hogar y en la escuela prácticamente solo incide de manera positiva en el caso de la evaluación de matemáticas. Finalmente, parece observarse una causalidad inversa en cuanto a la frecuencia de uso de TIC en el hogar y en la escuela en la mayoría de competencias y alumnos (más en el caso de la primera que de la segunda). Asimismo, el tiempo de uso de los ordenadores (en minutos) se relaciona negativamente con la adquisición de competencias solo en el caso de las chicas. Sin embargo, el uso de TIC como entretenimiento, que puede reflejar una mayor predisposición a su uso y grado de dominio, incide positivamente en la adquisición de competencias matemáticas, en resolución de problemas y comprensión lectora en las pruebas por ordenador en la evaluación de PISA de 2012.

Tabla 6.5. Signos de los efectos de las TIC en la adquisición de competencias evaluadas

Variables	Matemáticas		Resolución de problemas		Comprensión lectora	
	Chicos	Chicas	Chicos	Chicas	Chicos	Chicas
Actitud hacia ordenadores		+				
Edad inicio en TIC		-	-	-		-
Disponibilidad TIC en el hogar	+				-	-
Recursos TIC en el hogar	+	+				
Disponibilidad TIC en escuela	+	+				
Ratio ordenadores/número de estudiantes		+				
Uso de TIC como entretenimiento	+	+	+	+	+	+
Uso de TIC en hogar tareas escolares	-		-	-	-	-
Uso de TIC en la escuela	-	-			-	
Uso de TIC en matemáticas			N/A	N/A	N/A	N/A
Tiempo de uso de los ordenadores		-		-		-

N/A: no aplica. Pregunta específica para la prueba de matemáticas.

En suma, diversos resultados merecen la pena ser destacados. En primer lugar, las variables TIC inciden en mayor medida en la evaluación de matemáticas que en el resto de competencias evaluadas. En segundo lugar, no resulta irrelevante el tipo de elemento TIC incluido en el análisis, de modo que no todas las variables inciden del mismo modo. A este respecto, en general, la incidencia positiva que muestran las variables asociadas a la existencia de TIC (en el hogar o en la escuela) en alguna competencia (como las matemáticas), no se corresponde con el tiempo de uso de las mismas para realizar tareas escolares (que tiene signo negativo). En tercer lugar, el disfrute del uso de ordenadores (como entretenimiento) se relaciona positivamente con los resultados en las pruebas realizadas por ordenador. Finalmente, se observa una mayor incidencia de este tipo de variables en las pruebas realizadas por ordenador, que los resultados tradicionalmente señalados por los estudios que analizan el efecto de este tipo de variables en las pruebas de PISA realizadas en papel (véanse los estudios que utilizan la base de datos de PISA, en su evaluación en papel, revisados en la sección de efecto de las TIC sobre el rendimiento académico).

Con respecto al resto de variables, los resultados destacan la incidencia de las variables personales y familiares sobre la adquisición de competencias, como es habitual en este tipo de estudios, por encima de los efectos de las variables escolares (los resultados están disponibles si se solicitan). Por destacar algunos resultados, inciden positivamente en prácticamente todas las regresiones haber cursado educación infantil más de un año, el estatus ocupacional y cultural familiar o la existencia de recursos educativos en el hogar; en negativo, la repetición de curso, el absentismo escolar o la condición de inmigrante.

Por último, los modelos expuestos explican en torno al 40%-45% de la varianza del modelo en su conjunto, un valor ligeramente menor a los habituales en este tipo de análisis que consideran las evaluaciones en papel (más cercanas al 50%).

Resultados por tipo de centro

A continuación se exponen los resultados de una extensión del análisis: el efecto diferenciado de las TIC en función del centro al que asisten los estudiantes (público y privado). Se consideran las matemáticas por ser el ámbito evaluado en profundidad en PISA 2012 y por ser el ámbito donde las variables TIC han demostrado tener más influencia.

Como se constata en la Tabla 6.6, el efecto observado para el conjunto de alumnas (los resultados en la evaluación de matemáticas aumentan si se tiene una actitud positiva hacia los ordenadores como herramienta de trabajo y cuanto antes se hayan iniciado en el uso de ordenadores) se produce solo en aquellas que asisten a centros públicos. En cuanto a los factores referidos a la existencia de TIC, en el caso de los chicos, de nuevo son significativas, con signo positivo, las variables asociadas al hogar y a la escuela. Sin embargo, al separar a los alumnos por centro, los resultados muestran que la primera es estadísticamente significativa en el caso de los estudiantes en centros públicos y la segunda en aquellos en escuelas privadas. En las chicas, la disponibilidad de TIC en la escuela es significativa en alumnas de ambos tipos de centro, mientras que la variable asociada a disponibilidad de recursos en el hogar solo es significativa en el caso de alumnas en centros públicos en una de las dos definiciones de la variable (la que contiene un menor número de factores en su definición). Asimismo, la incidencia positiva de una mayor ratio de ordenadores por alumno se constata de nuevo exclusivamente en el caso de las alumnas pero en centros privados.

Con respecto a las variables de uso de las TIC, su utilización para entretenimiento solo resulta significativa en una regresión con chicos en centros públicos (ya no para las chicas). Asimismo, el uso de TIC en el hogar para realizar tareas escolares, que era determinante solamente en el caso de los chicos, aparece estadísticamente significativo en aquellos en centros públicos (en uno de los dos análisis). En cuanto al uso de TIC en la escuela, la relación negativa se observa solo en chicos y chicas en centros públicos. Además, el uso de TIC en clase de matemáticas no resulta significativo para ningún tipo de centro (como en la regresión general). Por último, el tiempo de uso de los ordenadores sigue siendo significativo en el caso de las chicas (de cualquier centro).

En resumen, a pesar de que el tamaño muestral (a nivel de centro) exige considerar los resultados con cautela, esta primera exploración de los resultados revela diferencias importantes en los resultados al dividir la muestra por tipo de centro y apuntan una vía de análisis futura.

Tabla 6.6. Efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias en matemáticas por titularidad de centro

Variables	Centros públicos				Centros privados			
	Chicos1	Chicas1	Chicos2	Chicas2	Chicos1	Chicas1	Chicos2	Chicas2
Actitud hacia los ordenadores	1,45 (2,12)	5,20*** (1,65)	1,73 (2,14)	5,44*** (1,65)	1,54 (1,76)	-1,11 (2,16)	1,65 (1,75)	1,08 (2,15)
Edad inicio en TIC	-0,15 (0,67)	-1,23* (0,70)	-0,22 (0,67)	-1,38** (0,68)	-0,58 (1,03)	-1,32 (0,87)	-0,57 (1,01)	-1,32 (0,88)
Disponibilidad de TIC en el hogar	3,44* (1,87)	2,30 (2,28)			1,76 (2,28)	1,10 (2,94)		
Recursos TIC en el hogar			6,90*** (2,04)	4,43** (1,77)			4,05 (2,69)	3,95 (2,71)
Disponibilidad de TIC en la escuela	2,01 (1,64)	4,13** (1,87)	2,47 (1,64)	4,80** (1,88)	5,78** (2,42)	4,68* (2,73)	6,11** (2,47)	5,19* (2,80)
Ratio ordenadores/ número de estudiantes	3,39 (10,95)	0,69 (9,02)	2,98 (10,95)	1,03 (9,02)	4,50 (6,01)	10,25** (4,30)	4,67 (5,96)	10,46** (4,32)
Uso de TIC como entretenimiento	3,39* (2,02)	2,58 (2,43)	3,33 (2,08)	2,65 (2,42)	3,02 (2,75)	6,20 (3,91)	3,07 (2,70)	6,28 (3,84)
Uso de TIC en hogar para tareas escolares	-3,41* (2,04)	-1,88 (2,37)	-2,75 (2,08)	-1,56 (2,38)	-1,89 (2,68)	-6,47 (3,96)	-1,78 (2,67)	-5,96 (4,02)
Uso de TIC en la escuela	-4,86** (2,10)	-6,40*** (2,11)	-4,94** (2,10)	-6,32*** (2,13)	-3,36 (2,28)	-4,76 (3,89)	-3,40 (2,28)	-5,24 (3,83)
Uso de TIC en matemáticas	-0,63 (2,01)	0,68 (1,59)	-0,24 (2,01)	0,74 (1,62)	-1,48 (2,02)	0,13 (1,90)	-1,43 (2,05)	0,31 (1,92)
Tiempo de uso de los ordenadores	-0,05 (0,04)	-0,11*** (0,04)	-0,06 (0,04)	-0,12*** (0,04)	-0,04 (0,06)	-0,13*** (0,04)	-0,04 (0,06)	-0,14*** (0,05)
constante incluida	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Variables pers. /fam. /escolares /CCAA incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número observaciones	2.650	2.727	2.650	2.727	2.172	2.094	2.172	2.094

CONCLUSIONES

Este trabajo se planteó comprobar la influencia de los componentes TIC recogidos en la base PISA 2012 en el rendimiento alcanzado por los alumnos en las pruebas de competencias realizadas con el ordenador. Asimismo, estos resultados se analizaron teniendo en cuenta el género y la titularidad del centro. El análisis se centró en una tipología de variables que consideramos centrales dado el diseño de la prueba. Asimismo, su elección se fundó en los resultados dispares de su afecto que menciona la literatura analizada, así como la tendencia creciente a implantar TIC en las escuelas y los hogares de los estudiantes.

El marco donde nos debemos situar para realizar este análisis se corresponde con un país con una cobertura de hogares con acceso a Internet que muestra algunas deficiencias con respecto a otros países de nuestro entorno europeo. Si bien se observa una mejora en los últimos años todavía se detecta una importante diferencia originada en el nivel socioeconómico de los hogares. Aún con esta desventaja comparativa, los niños españoles muestran un contacto “frecuente” con las herramientas TIC.

Los resultados obtenidos mediante una metodología jerárquica multinivel para las tres pruebas indican que el stock y el uso de las TIC afectan de manera heterogénea en los diferentes colectivos en los que hemos dividido la muestra original. Los resultados dispares entre género y tipología de centro acaban por justificar el análisis parcial de las pruebas.

Solo para destacar algunos resultados, las variables TIC inciden en mayor medida en la evaluación de matemáticas que en el resto de competencias evaluadas. En segundo lugar, no resulta irrelevante el tipo de elemento TIC incluido en el análisis, de modo que no todas las variables inciden del mismo modo. A este respecto, en general, la incidencia positiva que muestran las variables asociadas a la existencia de TIC (en el hogar o en la escuela) en alguna competencia (como las matemáticas), no se corresponde con el tiempo de uso de las mismas para realizar tareas escolares (que tiene signo negativo). En tercer lugar, el disfrute del uso de ordenadores (como entretenimiento) se relaciona positivamente con los resultados en las pruebas realizadas por ordenador, mientras que una edad tardía en el inicio de las TIC se vincula negativamente. Finalmente, se observa una mayor incidencia de este tipo de variables en las pruebas realizadas por ordenador que los resultados tradicionalmente señalados por los estudios que analizan el efecto de este tipo de variables en las pruebas de PISA realizadas en papel.

Los resultados de uso de las TIC (y la edad de inicio) están en consonancia con otros análisis para el caso español. Sin embargo, el efecto positivo de la tenencia de TIC (en casa o en la escuela), circunscrito a las matemáticas en nuestro estudio, representa una novedad con respecto a análisis anteriores con datos de PISA.

En cuanto a los resultados por titularidad de centro (públicos o privados), los mismos nos revelan mecanismos de traslación del uso de las herramientas con los resultados obtenidos que podrían ser divergentes. El limitado tamaño de la muestra no permite llegar a conclusiones relevantes para la toma de decisiones pero, sin duda, ofrece una clara línea de trabajo en el futuro, dado que el real debate, aún no resuelto, es cómo deben implantarse las TIC en las escuelas para que no solo se dé un cambio tecnológico en el aula sino, además, una mejora en el método de enseñanza-aprendizaje y, en consecuencia, en la adquisición de competencias por parte de los estudiantes. A este respecto, en nuestro estudio se constata un mayor número de variables TIC significativas en centros públicos que en los centros privados. En cuanto al género, los resultados muestran que un mayor número de factores relacionados con las TIC inciden en el rendimiento académico de las chicas que en el de los chicos. Por tanto, resultan relevantes las segmentaciones planteadas, tanto por género como por titularidad del centro.

REFERENCIAS

- ANGHEL, B. Y CABRALES, A. (2010). "The Determinants of Success in Primary Education in Spain". Documentos de trabajo (FEDEA), 20, 1-65.
- ANGRIST, J. D., Y LAVY, V. (2002). "New evidence on classroom computers and pupil learning". *Economic Journal*, 112, 482, 735-765.
- BANERJEE, A. Et. al. (2007). "Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India". *Quarterly Journal of Economics*, 122, 3, 1235-1264.
- BARRERA-OSORIO, F., Y LINDEN, L.L. (2009). "The use and misuse of computers in education: Evidence from a randomized experiment in Colombia". The World Bank Human Development Network Education Team, Policy Research Working Paper 4836.
- BARROW, L. Et. al. (2009). "Technology's edge: The educational benefits of computer-aided instruction". *American Economic Journal: Economic Policy*, 1, 1, 52-74.
- BENNETT, R. (2003), "Online Assessment and the Comparability of Score Meaning, Educational Testing Service, Princeton", Nueva Jersey, www.ets.org/Media/Research/pdf/RM-03-05-Bennett.pdf.
- BENNETT, R., J. Et. al. (2008), "Does it Matter if I Take My Mathematic Test on Computer? A Second Empirical Study of Mode Effects in NAEP". *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 6, 9.
- BUTTERS, R., Y WALSTAD, W. (2011). "Computer Versus Paper Testing in Precollege Economics". *The Journal of Economic Education*, 42, 4, 366-374.
- CABRAS, S. Y TENA, J. D. (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.
- 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, 4, 33-66.
- CHOI, Á., Y CALERO, J. (2013). "Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España en PISA-2009 y propuestas de reforma". *Revista de Educación*, 362, 562-593.
- CORDERO, J. Et. al. (2012). "Análisis de los condicionantes del rendimiento educativo de los alumnos españoles en PISA 2009 mediante técnicas multinivel". *Presupuesto y Gasto Público*, 67, 2, 71-96.
- CORDERO, J. Et. al. (2014). "Superando las barreras: factores determinantes del rendimiento en escuelas y estudiantes con un entorno desfavorable". En INEE (ed.): PISA 2012: Resolución de problemas de la vida real. Resultados de Matemáticas y Lectura por Ordenador. Informe Español: Análisis Secundario. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Instituto Nacional de Evaluación Educativa.
- FUCHS, T., Y WOESSMANN, L. (2004). "Computers and student learning: Bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school". *Brussels Economic Review*, 47, 3-4, 359-385.
- GOOLSBEE, A., Y GURYAN, J. (2006). "The impact of internet subsidies in public schools". *The Review of Economics and Statistics*, 88, 2, 336-347.

- JEONG, H. (2012). "A comparative study of scores on computer-based tests and paper-based tests". *Behaviour & Information Technology*, 1-13.
- KINGSTON, N. M. (2009). "Comparability of computer- and paper-administered multiple choice test for K–12 populations: A synthesis". *Applied Measurement in Education*, 22, 22–27.
- KVĚTON, P. Et. al. (2007). "Computer-based tests: the impact of test design and problem of equivalency". *Computers in Human Behavior*, 23, 1, 32-51.
- LEUVEN, E. Et al. (2007). "The effect of extra funding for disadvantaged pupils on achievement". *Review of Economics and Statistics*, 89, 4, 721-736.
- MACHIN, S. Et. al (2007). "New technology in schools: is there a payoff?" *Economic Journal*, 117, 522, 1145-1167.
- MARCENARO, O. (2014). "Del lápiz al ordenador: ¿diferentes formas de evaluar las competencias del alumnado? En INEE (ed.): PISA 2012: Resolución de problemas de la vida real. Resultados de Matemáticas y Lectura por Ordenador. Informe Español: Análisis Secundario. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Instituto Nacional de Evaluación Educativa.
- MASON, B. Et. Al. (2001). "An examination of the equivalence between non-adaptive computer based and traditional testing", *Journal of Education Computing Research*, 24, 1, 29-39.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE, Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). "Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012. Matemáticas, Lectura y Ciencias". Madrid: Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- OECD (2008). "Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide". Paris: Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).
- OECD (2012). "PISA 2009 Technical Report", PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264167872-en>
- OECD (2013). "PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy", OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- RICHARDSON M. Et. al. (2002). "Challenging Minds? Students' perceptions of computer-based World Class Tests of problem solving". *Computers in Human Behavior*, 18, 6, 633-649.
- ROUSE, C. E., Y KRUEGER, A. B. (2004). "Putting computerized instruction to the test: a randomized evaluation of a 'scientifically-based' reading program". *Economics of Education Review*, 23, 4, 323-338.
- SANDENE, B. Et. al. (2005). "Online Assessment in Mathematics and Writing: Reports from the NAEP Technology-Based Assessment Project", *Research and Development Series* (NCES 2005–457). www.nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/studies/2005457_1.pdf.
- SPIEZIA, V. (2010). "Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level Evidence from PISA". *OECD Journal: Economic Studies*, 1, 1-22.
- WILLMS, J.D. Y SMITH, T. (2005). "A Manual for Conducting Analyses with Data from TIMSS and PISA", Report prepared for the UNESCO Institute for Statistics. http://www.unb.ca/crisp/pdf/Manual_TIMSS_PISA2005_0503.pdf.

ANEXO. DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES TIC

Variable	Tamaño de la muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Típica	Media chicos	Media chicas	Diferencia chicos-chicas
Actitud hacia los ordenadores: herramienta de aprendizaje	9.181	-2,899	1,305	0,085	0,934	0,109	0,062	0,047
Edad inicio en TIC	9.644	5,000	16,000	7,755	2,357	7,647	7,862	-0,215
Disponibilidad de TIC en el hogar	9.741	-4,018	2,783	0,172	0,869	0,235	0,109	0,126
Recursos TIC en el hogar	10.038	-3,160	1,150	-0,009	0,812	-0,038	0,021	-0,059
Disponibilidad de TIC en la escuela	9.691	-2,804	2,826	-0,092	0,969	-0,069	-0,116	0,047
Ratio ordenadores/número de estudiantes	9.928	0,039	8,000	0,720	0,533	0,724	0,717	0,007
Uso TIC como entretenimiento	9.518	-3,975	4,432	-0,025	0,810	0,089	-0,139	0,228
Uso TIC en el hogar para hacer tareas escolares	9.388	-2,444	3,733	0,080	0,868	0,052	0,108	-0,056
Uso de TIC en la escuela	9.439	-1,610	4,109	0,278	0,868	0,307	0,251	0,056
Uso de TIC en matemáticas	9.211	-0,775	2,801	0,024	1,029	0,078	-0,030	0,108
Tiempo de uso de los ordenadores	9.632	0,000	206,000	55,627	40,805	53,278	57,972	-4,696