

El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis por tipo de centro educativo

por Josep-Oriol ESCARDIBUL*
y Mauro MEDIAVILLA**

*Universitat de Barcelona & IEB

**Universitat de València & IEB

1. Introducción

En los últimos años, a nivel mundial se ha vivido un incremento del uso y la interacción de las personas con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante, TIC). España no ha sido ajena a este fenómeno que también ha impactado en los procesos educativos a partir de la masiva introducción del ordenador e Internet en los centros escolares.

Las estadísticas muestran que en España, en el año 2013, el 70% de los hogares contaba con acceso a Internet. Este porcentaje se ubicaba 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%) (EUROSTAT, 2014). Asimismo, en la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de la Informática y Comunicación en los hogares, realizada por el INE en 2013, 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 (INE, 2014). Como ejemplo de estas inequidades podemos mencionar que el porcentaje de conexión a Internet va del 40,5%, en el caso de hogares con menores ingresos mensuales netos, al 97,1% en aquellos hogares situados en el nivel más alto de ingresos.

Con respecto al uso de las TIC en las escuelas, para el curso 2012/2013, las cifras del MECD (2014) indican que el 70,7% de los centros no universitarios tenían conexión a Internet superior a 2Mb y un 80,3% contaba con conexión wifi. Asimismo, para el total de estos centros, un 50,8% de los ordenadores se ubicaban en las aulas de clase, seguidos por un 25,9% en las aulas de informática. Además, y en cuanto a la distribución por tipo de ordenador, se observa una participación muy similar entre los ordenadores de mesa (54,1%) y los portátiles (44,3%). Las tabletas, si bien tienen un porcentaje residual en la media (1,6%), son

relevantes en Aragón (21%) a partir, básicamente, del Programa Pizarra Digital.

Asimismo, un elemento que podría incidir directamente en el conocimiento de las nuevas tecnologías por parte de los alumnos es la posibilidad real que tienen los mismos de contar con un ordenador para su uso individual en la escuela. Las fuentes antes citadas del MECD indican que existe una media, a nivel español, de 3,1 alumnos por ordenador destinado a tareas de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, no debemos obviar las grandes diferencias existentes entre Comunidades Autónomas, que van del 1,7 del País Vasco al 5,9 de la Comunidad de Madrid y la Región de Murcia. Asimismo, este guarismo crece con el tamaño del municipio. Finalmente, existe en promedio 2,1 ordenadores por docente destinado preferentemente a las tareas propias del profesorado.

En este contexto, el principal objetivo de la presente investigación es conocer el impacto global de las variables TIC en el rendimiento educativo (definido como adquisición de competencias en la evaluación de PISA de 2012) y determinar la existencia de impactos diferenciales según competencia evaluada y tipología de centro (público o privado).

El artículo realiza diversas aportaciones. En primer lugar, el empleo de una base de datos que incorpora información desglosada sobre la tenencia y el consumo de TIC, en la escuela y el hogar, y nos permite introducir varias variables del entorno tecnológico en el análisis empírico para determinar la existencia (o no) de efectos distintos de cada una de ellas. En segun-

do lugar, el estudio considera una evaluación de competencias por ordenador, un ámbito apenas evaluado en nuestro país. Finalmente, el análisis discrimina en dos ámbitos: según sea la competencia evaluada (matemáticas y comprensión lectora) y según diferentes tipologías de centro escolar (público o privado).

Los resultados obtenidos corroboran la existencia de efectos diferenciales según sea la variable TIC analizada. En primer lugar, aquellos alumnos más familiarizados con las tecnologías, que muestran un mayor dominio y disfrute de las mismas, obtienen mejores resultados. En segundo lugar, existe un efecto positivo (especialmente para el aprendizaje de las matemáticas) de la disponibilidad de recursos TIC tanto en la escuela como en el hogar. En tercer lugar, el tiempo y frecuencia de uso se relaciona negativamente con la adquisición de competencias, de modo que parece que un uso excesivo de tales herramientas restaría tiempo para el estudio y realización de los deberes y minoraría los resultados obtenidos por el alumnado. Finalmente, en cuanto a la tipología de centro (público o privado), no se constatan efectos diferenciados significativos al comparar el impacto de las TIC en los resultados de las evaluaciones de matemáticas y comprensión lectora.

La estructura del artículo es la siguiente. En el apartado dos se realiza una revisión de la literatura existente en torno al objeto de análisis del trabajo. En el apartado tres se comentan los datos empleados y la metodología de análisis utilizada. En el apartado cuatro se presentan los resultados para, en el apartado final, mostrar las principales conclusiones del estudio. [1]

2. Revisión de la literatura

Los estudios iniciales de Coleman *et al.* (1982) y de Coleman y Hoffer (1987) configuraron la denominada hipótesis Coleman-Hoffer que consiste en defender que las escuelas privadas son más eficaces que las públicas en la preparación académica de los estudiantes, incluso después de haber controlado las diferencias (sociales, económicas y culturales) existentes entre el alumnado (y en especial entre el alumnado con un menor nivel socioeconómico). A partir de dichos estudios, muchos autores han abordado el efecto del tipo de centro sobre los resultados de los alumnos.

Como recoge la revisión de estudios internacionales de Calero y Escardíbul (2007), la evidencia empírica no es concluyente. Así, un primer grupo de estudios muestran la existencia de un efecto positivo, aunque limitado, de los centros privados sobre los resultados, incluso tras controlar por el entorno socioeconómico de los individuos. Sin embargo, un segundo grupo de estudios muestra que el tipo de centro no incide sobre los resultados de los alumnos al controlar por el entorno de los estudiantes. Finalmente, un tercer grupo de estudios, minoritarios, dan soporte a una hipótesis opuesta a la Coleman-Hoffer y apuntan a que la titularidad privada de las escuelas incide negativamente sobre el resultado de los alumnos. En el ámbito español, los estudios que incluyen las características sociales y familiares de los estudiantes no encuentran efecto alguno de la titularidad de los centros sobre el rendimiento de los estudiantes (véase una revisión en Cordero *et al.*, 2013).

En cuanto a la existencia de una causalidad entre la presencia y uso de las tecno-

logías de la información y la comunicación (TIC) en las escuelas sobre el rendimiento de los estudiantes, la literatura analizada no permite extraer un resultado concluyente. 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). 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. 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 trabajos de Leuven *et al.* (2007) para los Países Bajos; Rouse y Krueger (2004) y Goolsbee y Guryan (2006) en el caso de los Estados Unidos; Barrera-Osorio y Linden (2009) en Colombia y, finalmente, Angrist y Lavy (2002) en Israel.

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, además, 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 (2014) 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.

Un elemento que se debe intentar conocer es la real capacidad de los centros educativos de integrar las nuevas tecnologías en los procesos de aprendizaje. Tal y como queda claro en la literatura, dicho proceso es complejo y excede la mera acumulación de tecnología en los centros escolares (Cuban, 2001; Ringstaff y Kelley, 2002; Area, 2005; entre otros). En este sentido, Inan y Lowther (2010) demuestran la relación directa entre las capacidades del docente y su confianza en los beneficios de la introducción de las TIC con la integración de las mismas en su plan pedagógico. En este ámbito, Blok *et al.* (2002) señalan la eficacia de los programas de instrucción asistida por ordenador para aprender a leer en edades tempranas.

Respecto a la implantación de las TIC en la escuela, en el caso español existen algunas experiencias publicadas. En primer lugar, en su estudio en centros de educación infantil, primaria y secundaria

de Canarias, Area (2010) indica que las TIC han comportado cambios organizativos pero no necesariamente una innovación pedagógica en las prácticas docentes. Anteriormente, este autor ya establecía algunas condiciones básicas para implantar una política educativa destinada a la incorporación masiva de las TIC en las escuelas, referidas a aspectos organizativos y de recursos (personales y materiales) en los centros, así como a la existencia de un clima y cultura organizativa favorable a la innovación (Area, 2005). En segundo lugar, Domingo y Marqués (2013), a partir de su evaluación sobre una experiencia realizada en diez centros educativos de primaria y secundaria en España, indican que la mayoría del profesorado y alumnado involucrado considera que las TIC mejoraron los procesos de aprendizaje e incrementaron la motivación de los estudiantes. En tercer lugar, Santiago *et al.* (2014) presentan los resultados de una investigación centrada en el análisis del Programa Escuela 2.0, en los centros educativos de La Rioja, donde queda clara la necesidad formativa expresada por el profesorado investigado con relación a los aspectos pedagógicos de las TIC. Finalmente, Sigalés *et al.* (2008) concluyen que una gran parte del profesorado percibe que sus competencias docentes con las TIC no les permiten aprovechar en alto grado el potencial educativo de estas tecnologías. Asimismo, los autores proporcionan un resultado llamativo: una gran parte de la comunidad escolar no cree que la utilización de las TIC como herramientas para el estudio y el aprendizaje mejore los resultados escolares, siendo los más escépticos los propios alumnos (un aspecto también señalado por Sancho *et al.*, 2008).

3. Datos y metodología de análisis

La información utilizada en el análisis empírico proviene de la evaluación de competencias mediante el ordenador realizada por la OCDE, en 2012, en el marco del programa PISA (*Programme for International Student Assessment*) a un total de 10.175 alumnos españoles. La evaluación de PISA analiza competencias de alumnos de 15 años de edad (normalmente, en cuarto de ESO) en diversos ámbitos, tanto en pruebas en papel como por ordenador (véase un ejemplo de preguntas en el anexo 1). En la edición de 2012 se evalúa en profundidad la competencia matemática. En el formato digital de evaluación, en la que han participado 19 países (16 de la OECD), se ha analizado la adquisición de competencias en matemáticas, comprensión lectora y resolución de problemas. La información que se recoge en torno a las TIC se refiere a su tenencia y uso, por parte de los alumnos evaluados, tanto en los hogares como en los centros escolares. Asimismo, PISA proporciona información personal, familiar y de los centros escolares de los estudiantes evaluados.

En las pruebas en papel se escoge en torno a 35 alumnos por centro (si es posible), mientras que en las pruebas por ordenador son 14. En la elaboración de la muestra, primero se seleccionan las escuelas y, posteriormente, los estudiantes, de modo que los datos de la muestra relacionados con los alumnos están «anidados» a nivel de centro escolar. Así, la elección de estudiantes es aleatoria, pero se efectúa una vez han sido seleccionadas las escuelas y, en consecuencia 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 no son las técnicas de regresión lineal simple, sino el uso de modelos jerárquicos (multinivel) en los que se distinguen dos categorías: alumnos (primer nivel) y escuelas (segundo nivel) —véase Greene (2011).

El modelo de análisis de regresión utilizado considera como variable dependiente los resultados (en matemáticas y comprensión lectora) de los estudiantes y, como variables independientes o explicativas, diversas características del alumnado y de las escuelas a las que asisten. En las ecuaciones 1-3, Y_{ij} se refiere a los resultados esperados en matemáticas del estudiante i en la escuela j ; X_{kij} comprende variables que muestran k características del estudiante i en la escuela j (variables explicativas del nivel 1) y Z_{lj} representa 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 . Las ecuaciones anteriores pueden resumirse en la ecuación (4).

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

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

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

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

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 (véase OECD, 2005). En concreto, en PISA se proporcionan cinco valores plausibles como resultados de cada alumno en cada ámbito de análisis. El método de regresión permite considerar los cinco resultados.

Con respecto a las variables explicativas relacionadas con las TIC, la mayoría es un índice escalado que tiene valor promedio cero para el conjunto de países de la OECD 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. Dentro de este tipo de variables se definen las siguientes: actitud hacia los ordenadores; uso de TIC como entretenimiento; recursos TIC en el hogar; disponibilidad de TIC en la escuela; uso de TIC en el hogar para hacer tareas escolares; uso de TIC en la escuela y uso de TIC en mate-

máticas. Asimismo, se definen como continuas (a partir de la información recogida en los cuestionarios sin transformar) las siguientes variables: edad de inicio en TIC; tiempo de uso diario de ordenadores y ratio ordenadores/número de estudiantes. Cabe señalar la existencia de la variable disponibilidad de TIC en el hogar, que no se ha considerado en el análisis empírico ya que es una versión ampliada de la variable recursos TIC en el hogar que incluye elementos no directamente relacionados con el aprendizaje como, entre otros, la tenencia de MP3/MP4, consola para juegos, móvil y memoria USB.

En la Tabla 1 se describen las características de las variables TIC utilizadas en el análisis empírico agrupadas en tres ámbitos: personales (que definen la relación de los alumnos con las TIC); variables de tenencia de elementos TIC; y, finalmente, las referidas a su uso.

TABLA 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 (variable TRI)	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 (variable continua)	Edad en la que el alumno usó por primera vez un ordenador.

El efecto de las TIC en la adquisición de competencias...

Variable	Definición
Uso de TIC como entretenimiento (variable TRI)	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.
Tiempo de uso de ordenadores (variable continua)	Tiempo de uso de los ordenadores (en minutos en un día típico).
Existencia de TIC	
Recursos TIC en el hogar (variable TRI)	En el hogar hay <i>software</i> educativo; existe conexión a Internet; ordenadores (se debe indicar la cantidad).
Disponibilidad de TIC en la escuela (variable TRI)	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 (variable continua)	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 en tareas escolares	
Uso de TIC en el hogar para tareas escolares (variable TRI)	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 alumnos.
Uso de TIC en la escuela (variable TRI)	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 (variable TRI)	Uso de TIC en clase de matemáticas.

En la Tabla 2 se muestran los principales descriptivos para las variables TIC de la base de datos. Como muestra dicha tabla, los alumnos en centros privados se inician algo antes en el uso de las TIC, tienen una mejor actitud hacia los ordenadores como herramientas de aprendizaje y usan más las TIC para entretenerse; asimismo, disponen en mayor medida de recursos TIC en el hogar y un

mejor ratio de ordenadores por alumno. Sin embargo, la variable de recurso relacionada con la disponibilidad de uso de distintos elementos TIC en la escuela posiciona mejor a los centros públicos. Finalmente, mientras que las TIC se usan más en las escuelas públicas, son los alumnos de los centros privados los que más las utilizan para realizar tareas escolares en casa.

TABLA 2: *Descriptivos de las variables TIC.*

Variable	Total muestra		Centros públicos		Centros privados	
	Tamaño muestral	Media	Tamaño muestral	Media	Tamaño muestral	Media
Actitud hacia los ordenadores: herramienta de aprendizaje	9.181	0,085	4.997	0,034	4.015	0,149
Edad inicio en TIC	9.644	7,755	5.252	7,914	4.210	7,556
Uso TIC como entretenimiento	9.518	-0,025	5.175	-0,031	4.166	-0,015
Tiempo de uso de los ordenadores	9.632	55,627	5.248	55,912	4.203	55,593
Recursos TIC en el hogar	10.038	-0,009	5.517	-0,071	4.335	0,071
Disponibilidad de TIC en la escuela	9.691	-0,092	5.282	-0,083	4.227	-0,121
Ratio ordenadores/número de estudiantes	9.928	0,720	5.440	0,604	4.302	0,854
Uso TIC en el hogar para hacer tareas escolares	9.388	0,080	5.100	0,045	4.113	0,115
Uso de TIC en la escuela	9.439	0,278	5.131	0,280	4.135	0,265
Uso de TIC en matemáticas	9.211	0,024	5.001	0,082	4.039	-0,054

Las variables de control utilizadas se refieren a las características de los alumnos y sus familias, así como de las escuelas. Las variables individuales incluidas en el análisis, de tipo continuo (los índices escalados tienen una tipología *TRI*) o categó-

cas (dicotómicas cuando se dan únicamente dos categorías) son las siguientes: edad del alumno, género, 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 (en términos de duración). Las variables familiares comprenden los siguientes factores: índice escalado de estatus socioeconómico y cultural de los padres y si el hogar es monoparental. Asimismo se incluye la Comunidad Autónoma de residencia: se consideran separadamente 14 Comunidades y se agrupan las tres restantes en una categoría tal y como PISA proporciona la información (véase una descripción de la muestra en el anexo 2). Cabe señalar que los resultados de Cataluña, Madrid y País Vasco son representativos para la comparación internacional. Los factores escolares incluidos en el análisis son: titularidad del centro (público o privado), localización (tamaño del municipio en función del número de habitantes), si el centro compite en la captación de alumnos con otros centros (uno o más de uno), autonomía en la administración de la escuela (en cuanto a gestión de personal y curricular), si el centro agrupa a los alumnos por niveles (en la misma aula o en aulas separadas), 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 escalado de falta de profesorado cualificado, así como de falta de recursos en materiales educativos.

Finalmente, cabe señalar que en el análisis empírico se aborda el problema de la falta de respuestas de los individuos en algunas variables (*missings values*). A este respecto, los valores perdidos se han esti-

mado mediante el método de imputación por regresión recomendado por la OCDE. El mismo basa su aplicación en la generación de un modelo predictivo que permite estimar una variable no conocida del individuo a partir del resto de la información válida existente (véase OECD, 2008). Ahora bien, el porcentaje de valores perdidos es reducido (no superior al 5% en la mayoría de variables utilizadas y nunca superior al 10%). No se han imputado valores perdidos en el caso de las variables relacionadas con la edad, género, condición de inmigrante de los estudiantes, variables familiares, titularidad del centro y la población y Comunidad Autónoma de residencia. 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 entre las variables explicativas.

4. Resultados

Los resultados en las pruebas realizadas por ordenador, para las dos competencias evaluadas, muestran un mayor rendimiento en matemáticas (474,9) que en comprensión lectora (466,2), en ambos casos significativamente inferiores a la media de la OCDE (con valores de 497 en ambas competencias). A continuación se presentan los resultados referidos a la incidencia de las variables relacionadas con las TIC en la adquisición de las dos competencias consideradas, matemáticas y comprensión lectora (Tabla 3). Los resultados tienen en cuenta al conjunto de la muestra,

así como separadamente a los estudiantes en centros públicos y privados. Como se ha indicado en la introducción, el presente estudio no sólo desea conocer el efecto de las TIC sobre el rendimiento de los estudiantes sino, además, descubrir si distintas variables inciden de distinto modo (por ejemplo tener recursos TIC y su uso).

Con respecto a la competencia matemática, para el conjunto de la muestra, las variables personales relacionadas con las TIC muestran que los resultados se ven incrementados si los estudiantes tienen una actitud positiva hacia los ordenadores como herramienta de trabajo, utilizan las TIC como entretenimiento y cuanto antes se hayan iniciado en su uso. Sin embargo, la variable de tiempo de uso total de ordenador incide de modo negativo. En cuanto a los factores relacionados con la existencia de TIC, todas las variables utilizadas en el

estudio resultan estadísticamente significativas, con signo positivo. Así, la dotación de recursos informáticos en el hogar y en la escuela (ya sea mediante la variable referida a la disponibilidad de recursos como a la ratio ordenadores por alumno) incrementan el rendimiento de los estudiantes en la evaluación. Las variables de uso de las TIC, relacionadas con la escuela, muestran unos resultados negativos sobre la adquisición de competencias; sin embargo, no resulta significativa la variable referida al uso de ordenadores en la realización de tareas escolares en el hogar.

En el ámbito de la adquisición de competencias en comprensión lectora los resultados son los siguientes. En general, destaca la menor incidencia (estadísticamente significativa) de variables TIC sobre la adquisición de competencias con respecto a las matemáticas.

TABLA 3: *Efecto de las TIC sobre la adquisición de competencias en matemáticas y comprensión lectora por tipo de centro escolar.*

	Todos los centros		Centros públicos		Centros privados	
	Matemáticas	C. Lectora	Matemáticas	C. Lectora	Matemáticas	C. Lectora
Actitud hacia ordenadores	2,683*** (0,680)	1,846 (1,367)	2,805* (1,477)	2,320 (1,754)	1,090 (1,668)	2,584 (2,160)
Edad inicio en TIC	-1,533*** (0,283)	-0,931* (0,554)	-0,857 (0,529)	-0,538 (0,617)	-1,461** (0,648)	-1,857** (0,784)
Uso de TIC como entretenimiento	1,543* (0,934)	6,118*** (1,761)	3,710** (1,828)	7,861*** (2,107)	3,269 (2,460)	4,149 (2,827)
Tiempo de uso de los ordenadores	-0,077*** (0,018)	-0,040 (0,031)	-0,114*** (0,026)	-0,015 (0,039)	-0,112*** (0,038)	-0,035 (0,052)

El efecto de las TIC en la adquisición de competencias...

	Todos los centros		Centros públicos		Centros privados	
	Matemáticas	C. Lectora	Matemáticas	C. Lectora	Matemáticas	C. Lectora
Recursos TIC en el hogar	3,197*** (0,905)	2,774 (1,915)	4,586*** (1,567)	1,928 (1,730)	3,757** (1,828)	0,992 (2,291)
Disponibilidad TIC en escuela	1,987*** (0,761)	0,148 (1,562)	3,148** (1,365)	-0,968 (1,769)	4,199** (1,846)	-0,017 (2,140)
Ratio ordenadores/ número de estudiantes	5,972** (2,634)	4,612 (6,092)	2,741 (10,789)	-2,213 (8,985)	4,634 (4,652)	0,633 (7,039)
Uso de TIC en hogar para tareas escolares	0,356 (0,961)	-7,596*** (1,672)	-2,110 (1,887)	-6,069*** (1,816)	-3,651 (2,360)	-10,858*** (2,723)
Uso de TIC en la escuela	-9,273*** (0,992)	-3,974** (1,531)	-6,542*** (1,758)	-4,403** (1,984)	-3,977* (2,051)	-2,775 (2,269)
Uso de TIC en matemáticas	-2,291*** (0,793)	--	0,271 (1,460)	--	-0,789 (1,634)	--
Constante y variables personales, familiares y de localización incluidas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Número de observaciones	8.260	8.260	4.520	4.520	4.274	4.274

Para el conjunto de la muestra, en cuanto a las variables personales, sólo iniciarse en las TIC a una temprana edad y un mayor uso de las TIC como entretenimiento mejoran la adquisición de competencias. En cuanto a la tenencia de recursos TIC, en el hogar o en la escuela, ninguna variable resulta significativa. Con respecto al uso de las TIC, para tareas relacionadas con la escuela, inciden negativamente su uso en casa y en los centros.

Los resultados anteriores deben matizarse si se divide a la muestra en función de la titularidad de los centros educativos (se comentan sólo las diferencias). En el ámbito matemático, en cuanto a las variables personales, la actitud (positiva) hacia los ordenadores y el uso de TIC como entretenimiento inciden en los centros públicos pero no en los privados. Sin embargo, sólo incide en las escuelas privadas, con el signo esperado negativo, la edad de inicio en TIC (seguramente, en este caso,

por la mayor dotación de TIC en los hogares de los alumnos que atienden este tipo de centros, como muestran los descriptivos de la Tabla 2). En cuanto a la dotación de recursos (en casa y en la escuela), no se constatan diferencias en los resultados de centros públicos y privados. Ahora bien, con respecto al total de la muestra, cabe señalar la no incidencia de la ratio de ordenadores por alumno al segmentar la muestra, en línea con lo señalado por Mediavilla y Escardíbul (2015) en el caso de la división por género. Finalmente, en cuanto al uso de las TIC, un efecto similar al anterior sucede en el caso de la variable relacionada con el tiempo de uso de las TIC en clase de matemáticas, que no muestra diferencias entre centros pero deja de ser significativa al segmentar la muestra. En suma, en conjunto no parece que existan diferencias importantes si consideramos los tres grandes grupos de análisis: acceso y aproximación a las TIC, disponibilidad de recursos y uso de los mismos. Sin embargo, sí se constatan diferencias en la significatividad de la mayoría de variables personales (del grupo de acceso y aproximación) al considerar, separadamente, estudiantes de centros públicos y privados.

En el ámbito de la competencia lectora tampoco se observan resultados muy distintos al desarrollar el análisis por tipo de centro. Las diferencias observadas son las siguientes. En primer lugar, en las variables de tipo personal, la edad de inicio en el uso de las TIC no incide sobre el rendimiento de los alumnos en centros públicos, mientras que el uso de TIC como entretenimiento no resulta significativo en aquellos en centros privados. En segundo

lugar, en cuanto al uso, no resulta significativa la variable referida a utilizar TIC en la escuela en el alumnado en centros privados y sí en aquel en centros públicos.

5. Conclusiones

El presente estudio analiza el impacto de las TIC en la adquisición de competencias de los estudiantes. Para ello se tienen en cuenta los resultados de la evaluación por ordenador de competencias matemáticas y de comprensión lectora de PISA-2012. El artículo realiza diversas aportaciones relevantes y novedosas en los estudios para España. En primer lugar, utiliza un número abundante de variables relacionadas con las TIC, tales como la aproximación de los estudiantes a dicha herramienta, su tenencia y tiempo y frecuencia de uso (en la escuela y el hogar). En segundo lugar, se analiza la posible existencia de discrepancias en los resultados entre alumnos de distintos tipos de centro (público o privado). Finalmente, se considera una evaluación de competencias por ordenador, un ámbito apenas evaluado en nuestro país.

A partir del trabajo realizado se llegan a las siguientes conclusiones que consideramos más relevantes. En primer lugar, el estudio permite confirmar la existencia de efectos diferenciales según sea la variable TIC empleada. Este elemento constituye, en sí mismo, una novedad para la literatura sobre la realidad española. En segundo lugar, los resultados determinan que existe un mayor efecto global de las variables TIC en el aprendizaje de las matemáticas en relación con las competencias en comprensión lectora (en especial en cuanto a

la dotación de recursos en la escuela y en el hogar). En tercer lugar, se confirma la importancia de las variables actitudinales con respecto a los ordenadores y del pronto inicio en el contacto con las TIC. Asimismo, se determina un efecto negativo de su uso excesivo. Finalmente, el tipo de centro (público o privado) no incorpora efectos diferenciales que modifiquen significativamente la relación de las TIC con la adquisición de competencias. Si bien algunas variables en particular muestran efectos diferenciados, si consideramos los tres ámbitos de estudio de manera amplia (variables que relacionan los estudiantes con las TIC, dotación de recursos y tiempo de uso), los resultados no varían significativamente entre centros.

En cuanto al efecto negativo del uso de ordenadores para la realización de tareas escolares, hemos enunciado dos hipótesis a partir del análisis de la literatura internacional y del conocimiento de la realidad educativa española. Nuestras hipótesis se refieren, por un lado, a la posible existencia de causalidad inversa (los que obtienen peores resultados usan más los ordenadores para este tipo de tareas porque precisan más tiempo en la realización de ejercicios y el estudio); por otro lado, cabe la posibilidad de que los alumnos menos familiarizados con las TIC, o con actitudes más negativas hacia las mismas, tengan que dedicar más tiempo a su uso que al propio aprendizaje en sí. Evidentemente, futuras investigaciones deben profundizar en el conocimiento de las causas de ese efecto.

El estudio también permite sugerir una serie de actuaciones de política edu-

cativa con respecto al papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la adquisición de competencias. Una primera recomendación surge a raíz del resultado de nuestro estudio sobre la importancia de un contacto temprano de los alumnos con las TIC. Dado que la edad de inicio es algo anterior entre los estudiantes en centros privados, la aproximación de las TIC en edades tempranas debería ser una prioridad en los centros públicos, para poder compensar dicha diferencia. Ello obligaría a un esfuerzo adicional de capacitación de los docentes en estas tecnologías y su empleo con fines pedagógicos. En segundo lugar, el efecto positivo de la dotación de recursos en la escuela en el aprendizaje de las matemáticas debe seguir animando a los responsables educativos a mantener el volumen de inversión en TIC. A este respecto, la no incidencia de dicha herramienta en cuanto a la comprensión lectora sugiere la necesidad de generar nuevas investigaciones para conocer si ciertamente es una herramienta no útil para adquirir dicho tipo de competencia o si la causa reside en el método de aprendizaje utilizado en la aplicación de las TIC y que, en consecuencia, debería ser revisado y adaptado.

Dirección para la correspondencia: Josep-Oriol Escardíbul. Departamento de Economía Pública, Economía Política y Economía Española. Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Barcelona. Avda. Diagonal, 690, Torre 6, Planta 2. 08034 Barcelona. Email: oescardibul@ub.edu.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 23. III. 2015.

Nota

- [1] Nuestro especial agradecimiento a todos los miembros del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE · MECD) por la colaboración prestada para esta investigación. Todos los errores u omisiones son responsabilidad de los autores. Los autores agradecen la financiación recibida del proyecto *Identificación de políticas educativas eficaces en la mejora de la calidad educativa* (EDU2013-42480-R), en el marco del Programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad del Ministerio de Economía y Competitividad.

Bibliografía

- ANGHEL, B. y CABRALES, A. (2014) The determinants of success in primary education in Spain, *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*, 2, pp. 22-53.
- ANGRIST, J., y LAVY, V. (2002) New evidence on classroom computers and pupil learning, *Economic Journal*, 112, pp. 735-765.
- AREA, M. (2005) Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación, *RELIEVE*, 11, pp. 3-25.
- AREA, M. (2010) El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos, *Revista de Educación*, 352, pp. 77-97.
- BANERJEE, A. *et al.* (2007) Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India, *Quarterly Journal of Economics*, 122, pp. 1235-1264.
- BARRERA-OSORIO, F., y LINDEN, 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., MARKMAN, L., y ROUSE, C. E. (2009) Technology's edge: The educational benefits of computer-aided instruction, *American Economic Journal: Economic Policy*, 1, pp. 52-74.
- BLOK, H. *et al.* (2002) Computer-assisted instruction in support of beginning reading instruction: A review, *Review of Educational Research*, 72, pp. 101-130.
- 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) pp. 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, pp. 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, pp. 562-593.
- COLEMAN, J. S. y HOFFER, T. (1987) *Public and private high schools. The impact of communities* (New York, Basic Books).
- COLEMAN, J. S., HOFFER, T. y KILGORE, S. (1982) Cognitive outcomes in public and private schools, *Sociology of Education*, 55, pp. 65-76.

- 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, pp. 71-96.
- CORDERO, J., CRESPO, E., y PEDRAJA, F. (2013) Rendimiento educativo y determinantes según PISA: Una revisión de la literatura en España, *Revista de Educación*, 362, pp. 273-293.
- CUBAN, L. (2001) *Oversold and Underused: Computers in the Classroom* (London, Harvard University).
- DOMINGO, M. y MARQUÉS, P. (2013) Práctica docente en aulas 2.0 de centros de educación primaria y secundaria en España, *Píxel-Bit. Revista de Medios y Comunicación*, 42, pp. 115-128.
- EUROSTAT (2014) Ver <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (Consultado el 15. II. 2014).
- GOOLSBEE, A., y GURYAN, J. (2006) The impact of Internet subsidies in public schools, *The Review of Economics and Statistics*, 88, pp. 336-347.
- GREENE, W. H. (2011) *Econometric Analysis (7th Edition)* (London, Prentice Hall).
- INE (2014) Ver <http://www.ine.es> (Consultado el 15. II. 2014).
- INAN, F., y LOWTHER, D. (2010) Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: a path model, *Education Technology Research Development*, 58, pp. 137-154.
- LEUVEN, E. et al. (2007) The effect of extra funding for disadvantaged pupils on achievement, *Review of Economics and Statistics*, 89, pp. 721-736.
- MACHIN, S., MCNALLY, S. y SILVA, O. (2007) New technology in schools: is there a payoff?, *Economic Journal*, 117, pp. 1145-1167.
- MECD (2014) Ver <http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/no-universitaria/centros/sociedad-informacion/2012-2013/Nota-resumen12-13.pdf> (Consultado el 24. IX. 2014).
- MEDIAVILLA, M. y ESCARDÍBUL, J. O. (2015) ¿Son las TIC un Factor Clave en la Adquisición de Competencias? Un Análisis con Evaluaciones por Ordenador, *Hacienda Pública Española*, 212, pp. 67-96.
- OECD (2005) *PISA 2003. Technical report* (París, OCDE).
- OECD (2008) *Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide* (París, Organization for Economic Co-operation and Development).
- OECD (2013) *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematic, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy* (París, OECD Publishing). Ver <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en> (Consultado el 20. IX. 2014).
- RINGSTAFF, C. y KELLEY, L. (2002) *The Learning Return On Our Educational Technology Investment. A Review of Findings from Research* (San Francisco, WestEd RTEC). Ver http://www.wested.org/online_pubs/learning_return.pdf (Consultado el 22. IX. 2014).
- ROUSE, C., y KRUEGER, A. (2004) Putting computerized instruction to the test: a randomized evaluation of a 'scientifically-based' reading program, *Economics of Education Review*, 23, pp. 323-338.

SANCHO, J. *et al.* (2008) La formación del profesorado en el uso educativo de las TIC: una aproximación desde la política educativa, *Praxis educativa*, 12, pp. 10-22.

SIGALÉS *et al.* (2008) *La integración de Internet en la educación escolar española: Situación actual y perspectivas de futuro* (Barcelona, Universitat Oberta de Catalunya).

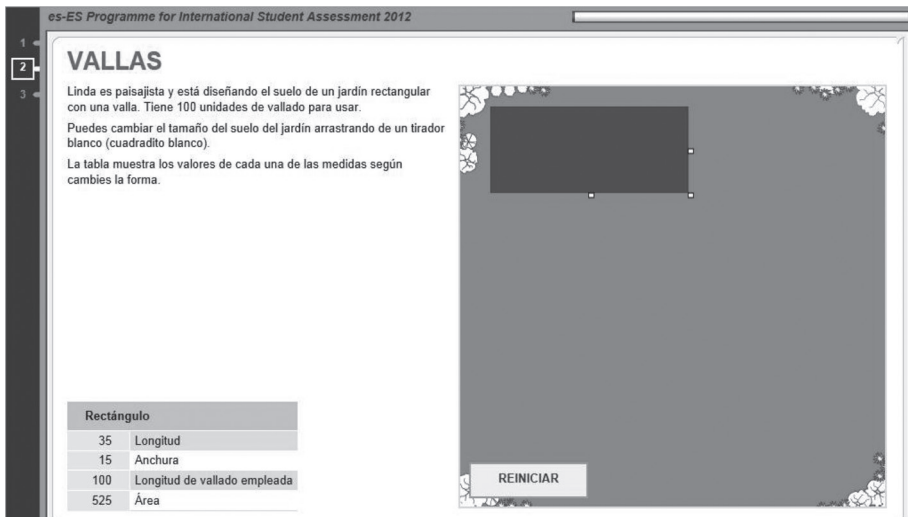
SANTIAGO, R., NAVARIDAS, F. y REPÁRAZ, R. (2014) La escuela 2.0: La percepción del docente en torno a su eficacia en los centros educativos de La Rioja, *Educación XX1*, 17, pp. 243-270.

WILLMS, J.D. y SMITH, T. (2005) A Manual for Conducting Analyses with Data from TIMMS and PISA, *Report prepared for the UNESCO Institute for StatisTIC*. http://www.unb.ca/crisp/pdf/Manual_TIMSS_PISA2005_0503.pdf.

ANEXO 1:

Ejemplo de pregunta de matemáticas en la prueba de PISA-2012 por ordenador:

VALLAS



Pregunta 2: VALLAS

¿Son las siguientes afirmaciones sobre la longitud de vallado y el área del suelo del jardín verdaderas o falsas? Selecciona «Verdadero» o «Falso» para cada afirmación.

Si Linda quiere aumentar el área del suelo del jardín para que sea mayor que las 525 unidades cuadradas que diseñó en un principio, tendrá que comprar más vallado.

Verdadero / Falso

Si Linda sabe qué área quiere para el suelo del jardín, entonces la longitud de vallado que se necesita usar será siempre la misma.

Verdadero / Falso

Puntuación completa

Código 1: Dos respuestas correctas: falso, falso en ese orden.

Sin Puntuación

Código 0: Otras respuestas. Código 9: Omisión.

INTENCIONALIDAD DE LA PREGUNTA

Descripción: Analizar la influencia de la transformación de una forma rectangular en su perímetro y área y la relación entre los dos valores

Área de contenido matemático: Espacio y forma. **Contexto:** Ocupacional.
Proceso: Formular

Ejemplo de pregunta de lectura en la prueba de PISA-2012 por ordenador:

PHISHING

The image shows a screenshot of a web browser displaying a page titled "La web de recursos sobre el phishing > Reconocer el phishing". The page has a navigation bar with "Inicio", "Reconocer el phishing", and "Practica tu destreza". The main content is divided into two columns. The left column is titled "¿Qué es phishing?" and contains text explaining that phishing is a form of identity theft used to steal personal information. It lists four common characteristics of phishing emails: 1. La dirección de correo electrónico del remitente (Leer más), 2. Saludo del correo electrónico (Leer más), 3. Peticiones de información personal (Leer más), and 4. Enlaces dentro del correo electrónico (Leer más). The right column is titled "Ejemplo de un correo electrónico de phishing" and shows a simulated email from "banco29@correopublico.com" to "Estudiante PISA". The email body contains a warning about a security check and a link to "https://web.BancoNorte.com.es/iniciarsesion/citf/scripts/correo_verificar.jsp".

Pregunta 3: PHISHING (Q04)

¿Cuál de las siguientes formas de engaño se explica en la página «Reconocer el phishing»?

- A. El mensaje solicita al destinatario que done dinero a una falsa obra benéfica.
- B. El mensaje de phishing instala software espía en el ordenador del usuario.
- C. El autor del mensaje inserta un enlace falso en una página web falsa.
- D. El mensaje pretende hacer creer al destinatario que ha ganado un premio.

Puntuación máxima

Código 1: C. El autor del mensaje inserta un enlace falso en una página web falsa.

Sin Puntuación

Código 0: Otras respuestas. Código 9: Sin respuesta.

INTENCIONALIDAD DE LA PREGUNTA

Acceder y recuperar información;

Localizar una información recogida explícitamente en el texto.

ANEXO 2: Distribución de la muestra por Comunidades Autónomas

Comunidad Autónoma	Muestra (alumnos)	Porcentaje sobre el total
Andalucía	910	8,94
Aragón	159	1,56
Asturias	120	1,18
Baleares	100	0,98
Cantabria	111	1,09
Castilla y León	201	1,98
Cataluña	1.435	14,10
Extremadura	150	1,47
Galicia	202	1,99
C. de Madrid	592	5,82
Murcia	141	1,39
Navarra	135	1,33
País Vasco	4.739	46,57
La Rioja	85	0,84
Resto de CC. AA	1.095	10,76
Total	10.175	100,00

Resumen:

El efecto de las TIC en la adquisición de competencias. Un análisis por tipo de centro

En los últimos años el sistema educativo español ha experimentado la intro-

ducción masiva del ordenador e Internet en las aulas. En este contexto, el objetivo del trabajo es conocer la incidencia de estas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la adquisición de determinadas competencias y teniendo en cuenta la titularidad del centro (público

o privado). Para ello se emplea una base de datos novedosa que incorpora información desglosada sobre la tenencia y el consumo de TIC elaborada a partir de una evaluación por ordenador de PISA-2012. Los principales resultados corroboran la existencia de efectos diferenciales según sea la variable TIC considerada, con un impacto mayor de las mismas en el aprendizaje de las matemáticas. Sin embargo, no se detectan diferencias significativas según tipología de centro. Asimismo, destaca la importancia de un contacto temprano de los alumnos con las TIC y una buena predisposición a su uso.

Descriptor: Evaluación por ordenador, PISA 2012, TIC, titularidad de centro escolar.

Summary:
The effect of ICT on skills acquisition. An analysis by type of institution

In recent years the Spanish education system has undergone massive in-

roduction of computers and the Internet in classrooms. In this context, the aim of the study is to determine the incidence of these Information and Communications Technology (ICT) in the acquisition of certain skills. We take into consideration if there are different effects by type of school (public or private). To this end we employ a data base that contains disaggregated data on the possession and consumption of ICT in the PISA-2012 computer-based evaluation of competences. The main results corroborate the existence of differential effects depending on the ICT variable considered, with a greater impact on the learning of mathematics. However, no significant differences were detected by type of school. We emphasize the importance of early contact of students with ICT and their willingness to use this kind of tool.

Key Words: Computer evaluation, ICT, PISA 2012, school type.