

# Documentos de Trabajo 08

---

## El uso del computador y el impacto en la prueba SIMCE

Rodrigo Montero P.  
V́ctor Nahuelpán P.

---



**udp**  
UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES

facultad de  
economía  
y empresa

## **¿Es el computador un medio eficaz para mejorar el rendimiento académico de los jóvenes en Chile?**

Rodrigo Montero P.

Víctor Nahuelpán P.

Universidad Diego Portales

### Resumen

El objetivo de esta investigación consiste en indagar en los potenciales efectos del uso del computador en el desempeño académico de los estudiantes en Chile. Utilizando la información proveniente de las encuestas SIMCE es posible identificar el efecto que tiene el uso de este equipamiento en el resultado de la prueba SIMCE. Mediante una estimación paramétrica por mínimos cuadrados ordinarios y a través de la incorporación de una variable muda para controlar por el uso de un computador se identifica el impacto de éste. Dado que este enfoque impone fuertes supuestos en términos funcionales y que además hay selectividad en el uso del computador se procede a implementar el estimador *matching propensity score*. Los resultados muestran sistemáticamente que existe un retorno (pequeño) asociado al uso del computador sobre el desempeño académico del estudiante. Esto abre nuevas posibilidades para alcanzar mejoras significativas en la calidad de la educación en Chile, tarea que aún se encuentra en este país.

Clasificación JEL: H52, I21, I29

Palabras clave: rendimiento académico, computador, evaluación de impacto

### **1. Introducción**

El objetivo del estudio consiste en evaluar el impacto que tiene la utilización de un computador en el hogar sobre el rendimiento académico de los estudiantes, medido a través del puntaje de la prueba SIMCE.<sup>1</sup> La preocupación que existe en torno a la calidad de la educación en Chile ha ido en aumento en el último tiempo en vista de los pobres resultados que se han observado en las distintas pruebas SIMCE, y además, debido a la importante brecha que existe en términos de desempeño académico con otros países. Sin lugar a dudas que un aspecto fundamental para aspirar a ser un país desarrollado pasa por contar con una fuerza de trabajo bien calificada, lo que se logra mediante una inversión rentable en capital humano. En este sentido, este trabajo busca aportar evidencia robusta en torno al efecto que tienen las tecnologías de información, principalmente a través del acceso y uso de un computador en el hogar, sobre el desempeño académico de los estudiantes en Chile. Para ello, se utilizará la información proveniente de la prueba SIMCE del año 2006 correspondiente a los cuartos básicos.

En una primera instancia se realizan las estimaciones convencionales para determinar el efecto que tiene el computador en el hogar sobre el desempeño del estudiante. Para ello mediante la incorporación de una variable dummy, que indica si el alumno tiene o no acceso a un computador en su hogar, se estima paramétricamente mediante mínimos cuadrados ordinarios el efecto del computador. A continuación para mejorar estas estimaciones se piensa en el computador en el hogar como un programa, y por ende, se aplican las técnicas econométricas de evaluación de impacto para evaluar el efecto que éste tiene sobre el desempeño académico del alumno. A través de la implementación de los denominados estimadores *matching propensity score* se estima este efecto de manera no paramétrica.

Todas las estimaciones apuntan hacia la existencia de un efecto positivo y robusto asociado a la tenencia y uso de un computador en el hogar sobre el desempeño académico del alumno. Estos resultados son interesantes a la luz de la fuerte necesidad que existe hoy en

---

<sup>1</sup> El SIMCE es el Sistema Nacional de Evaluación de resultados de aprendizaje del Ministerio de Educación de Chile. De acuerdo a su diseño, las pruebas SIMCE evalúan el grado de logro de los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios del marco curricular. El SIMCE también recoge información sobre los profesores, estudiantes, y de los padres y apoderados.

términos de mejorar el rendimiento académico de los alumnos. Por otro lado, estos resultados aportan elementos de juicio importantes al momento de analizar políticas de alfabetización digital, como por ejemplo, a través de la provisión de equipos computacionales portátiles para los niños.

Con el objetivo de abordar adecuadamente la problemática planteada, el presente documento se ha organizado de la siguiente manera. Luego de esta breve introducción en la sección 2 se hace una revisión de la literatura que existe en torno al vínculo que existe en entre el uso de tecnologías de información y el desempeño académico de los alumnos; se presenta evidencia tanto a nivel nacional como internacional. En la sección 3 se describe la fuente de información que se utilizará para llevar a cabo las estimaciones. Luego, en la sección 4 se presentan los aspectos metodológicos de las estimaciones que se llevarán a cabo. En la sección 5 se muestran y discuten los principales resultados. Finalmente la sección 6 esboza algunas conclusiones que se pueden extraer de este trabajo.

## **2. Revisión de la literatura**

Hoy en día, en general, los alumnos están expuestos a distintos tipos de tecnologías de información y comunicación (TIC), siendo la más relevante de éstas el computador. Por cierto, se debe reconocer que muchas veces los beneficios asociados a esta herramienta, como por ejemplo, el incremento en la educación y la mejora de la productividad, traen aparejados ciertos costos los que vienen dados principalmente por la mayor distracción a la cual está expuesto el joven. Ahora bien, dentro de su funcionalidad como herramienta educativa Angrist y Lavy (2002) destacan dos potenciales áreas de desarrollo: por una parte, el *computer skills training* (CST), y por otra, el *computer-aided instruction* (CAI).

El primer enfoque (CST) tiene relación con las posibilidades de desarrollar habilidades en el uso de software como por ejemplo, procesadores de texto, planillas electrónicas, entre otras, que constituyen una forma de alfabetización digital y sirven a los alumnos como capital humano para incorporarse con mayor éxito en el mundo laboral. El segundo enfoque (CAI) tiene como fin ayudar al aprendizaje de las asignaturas que forman parte del

currículum escolar, y que pueden ser medibles a través de pruebas estandarizadas. Es precisamente en esta dimensión en donde este trabajo tiene alcance.

El computador como herramienta de aprendizaje puede ser utilizado en el hogar, en el colegio, o en las salas de clases (sin ser necesariamente excluyentes cada una de estas alternativas). El impacto que tiene el computador en cada una de estas áreas está condicionado por cierto a su uso y pueden tener distinta efectividad. Este estudio se propone evaluar el uso del computador en el hogar no tomando en cuenta la información correspondiente a los otros dos casos. Esto pudiera ser ciertamente una limitante al momento de interpretar los resultados en vista de los potenciales efectos sinérgicos que pueden existir en torno al uso transversal del computador.

Si bien se espera que el uso del computador tenga efectos positivos en el aprendizaje del estudiante, también puede generar motivación al ocio y desarrollar otras actividades que vayan en contra de lo académico. No obstante, no es posible identificar cada efecto por separado sino que solo la suma de ambos, que corresponde a la influencia total del computador en el rendimiento. Sin poder llegar a conocerlos, la magnitud de cada efecto dependerá del tiempo y el uso que se le dé al computador para cada actividad. Para conocer algunos datos interesantes acerca del uso del computador por parte de los estudiantes se tiene a disposición la información proveniente de la encuesta Educación en la Sociedad de la Información realizada por *Collect*, Investigaciones de Mercado y ENLACES, Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación. La recolección de datos de esta encuesta se llevó a cabo entre los meses de julio y septiembre del año 2004 encuestándose a un total de 3.843 alumnos de 385 colegios de distintas regiones del país. Se entrevistó a alumnos provenientes de zonas rurales y urbanas, de séptimo y octavo básico, y de segundo medio, además de a profesores. Los datos muestran que el 43% de los alumnos tiene acceso a un computador en el hogar, llegando a un 95% para los alumnos de colegios particulares y a un 43% para los estudiantes provenientes de colegios subvencionados. En cuanto al uso que le dan estos alumnos al computador en la casa los datos revelan que es mayoritariamente a actividades recreativas, como juegos (66%), escuchar música (65%), comunicación (68%), y en menor medida a actividades más productivas desde el punto de

vista académico como estudio (54%). Un aspecto interesante de mencionar es que en general el uso del computador no cambia entre establecimientos particulares pagados y particulares subvencionados, salvo en el uso “estudio” en donde los alumnos de los colegios subvencionados sobrepasan en 15 puntos porcentuales a los provenientes de establecimientos particulares pagados.

[Insertar cuadro 1]

A nivel internacional existen diversos estudios que intentan medir el impacto de las tecnologías de información sobre el desempeño académico de los estudiantes. Por ejemplo, Beltran *at al* (2006) realiza este análisis para Estados Unidos mediante un emparejamiento de una encuesta de uso de computadores y otra de resultados educacionales que son transversales a nivel del país. Mediante distintas estrategias de estimación (efecto fijo, mínimos cuadrados ordinarios, y modelos probit para estudiar la probabilidad de egresar de secundaria) y controlando tanto por características individuales y como familiares del alumno, los autores encuentran efectos positivos y significativos tanto en el rendimiento académico como en la probabilidad de egresar de secundaria.

Alves *et al* (2008) aportan evidencia para Brasil, y analizan los resultados en pruebas de lenguaje y matemáticas de estudiantes de cuarto, octavo y onceavo grado, trabajando con una muestra de 126.609 estudiantes. Metodológicamente se procede segmentando la muestra por nivel socioeconómico y por el nivel que cursa el alumno, y luego se comparan las medias de los test controlando por tres aspectos: por si usan o no computadores (casa o escuela), si tienen computadores en la casa, y si el profesor usa en sus clases un computador. Los autores encuentran que para el uso del computador y la tenencia de computador en la casa los alumnos con nivel socioeconómico más bajo tienen un efecto negativo en su rendimiento escolar, el cual no es estadísticamente significativo para el resto de los niveles. Por otro lado, para el uso del computador en clases no encuentran resultados estadísticamente significativos para ningún estrato social. Cuando se segmentan las estimaciones por la edad de los alumnos se aprecia que para los estudiantes más jóvenes

(cuarto grado) hay un efecto negativo, sobre todo en los niveles de más bajos ingresos; en cambio, se aprecia un efecto positivo y significativo para estudiantes de onceavo grado.

En el trabajo de Area (2005) se hace un resumen de las evaluaciones existentes para España acerca del uso de las TIC en el aprendizaje de los alumnos, considerando las distintas perspectivas existentes. En base a los distintos estudios disponibles para ese país, que utilizan distintas metodologías, se afirma que la incorporación de las TIC ha tenido un impacto positivo pero moderado en el aprendizaje de los alumnos.

A nivel nacional también existe evidencia a este respecto. Por ejemplo, el tema del uso de las TIC ha sido ampliamente investigado por la red Enlaces del Ministerio de Educación, pero sus investigaciones se han centrado en ámbitos relacionados con las ciencias educacionales y hay muy poco que se puede encontrar de evaluación del uso de computadores en el aprendizaje de los niños. No obstante lo anterior, hay dos estudios que se pueden señalar como evidencia previa para el uso de computadores, el de Maldonado y Ossandon (2004) de la red Enlaces y el de Kluttig *et al* (2008), ambos evaluando los resultados de las pruebas PISA pero para distintos años.

El primer estudio analiza los resultados de la prueba PISA del año 2000 en lenguaje y matemáticas. Para cuantificar el impacto del uso del computador en el hogar estima un modelo mediante estimación mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En dicha estimación incorpora una variable muda que indica si el alumno tiene o no un computador en su hogar; además incluye variables para controlar por los recursos educativos disponibles en el hogar (diccionario, número de libros), capital cultural (educación de los padres), por las características del alumno y por el nivel socioeconómico de éste. Las estimaciones arrojan un impacto en la prueba de matemáticas que va desde un 69,4% (de una desviación estándar) cuando no se incluyen controles, hasta un 21.2% cuando se incluyen todos los controles mencionados anteriormente. Los resultados son similares para la prueba de lenguaje. De esta manera, los autores concluyen que el uso de un computador en el hogar tiene un efecto positivo y significativo sobre el rendimiento académico de los niños. Otra conclusión interesante se refiere a la frecuencia de uso del computador en el

hogar. Los resultados apuntan hacia la existencia de una relación en forma de una “U” invertida entre la frecuencia de uso del computador y el rendimiento académico. Esta relación, planteada también por Fuchs y Woessmann (2004), quiere decir que si bien tendría efectos positivos la tenencia de un computador, el exceso de uso del computador tiene efectos negativos sobre el rendimiento académico del estudiante, algo así como un rendimiento marginal decreciente a la frecuencia de uso del computador. El problema de estas estimaciones es que se omite la influencia del efecto par en el resultado académico, y además se asume que la decisión de tener un computador en el hogar es exógena, y que en particular, no depende de las características de la familia.

Por su parte, el estudio llevado a cabo por Kluttig *et al* (2008) utiliza la información proveniente de la prueba Pisa del año 2006, de la parte de ciencias. Tiene un enfoque similar ya que se basa en una estimación de una función de producción, cuyos insumos son básicamente características de la familia, del alumno, del colegio, y en donde además se incluye una variable dummy que indica el uso de un computador. El estudio analiza el impacto de las TIC desde una perspectiva más amplia que lo que se pretende abordar en este trabajo, considerando el uso de este tipo tecnologías en las escuelas, en los laboratorios de computación, y en las salas de clases. En particular, con respecto al efecto del uso del computador en el hogar, este estudio no encuentra efectos estadísticamente significativos.

Por lo tanto, se puede señalar que la evidencia para Chile aún es escasa, por lo que existen buenas oportunidades de utilizar información que no se ha ocupado anteriormente, y aplicar técnicas econométricas más sofisticadas que la estimación por mínimos cuadrados ordinarios, la que puede ser vista como el punto inicial de esta línea de investigación.

### **3. Datos**

Como se mencionó en la introducción de este artículo los datos para llevar a cabo este estudio provienen de los resultados de la prueba SIMCE del año 2006 para los alumnos de cuarto básico en las pruebas de lenguaje y matemáticas. Así, la información de la que se dispone comprende variables relativas a las características de la familia del alumno, a las características del colegio y de los compañeros de curso. Dentro de las preguntas que



incorpora esta encuesta se incluyen dos que apuntan a si el alumno tiene acceso a un computador en el hogar, y a la frecuencia con que utiliza esta tecnología. En total la base de datos cuenta con más de 210.000 observaciones para alumnos de todo el país, por lo que es posible obtener estimaciones representativas a nivel nacional.

El cuadro 2 muestra el porcentaje de alumnos que utiliza un computador según la dependencia del establecimiento educacional. Respecto del uso del computador en el hogar se destaca fuertemente el alto porcentaje de uso en los alumnos de establecimientos particulares (86.3%). Por orden de intensidad luego aparecen los alumnos provenientes de los establecimientos particulares subvencionados, con un 51.3%. Finalmente, y como cabría de esperar en un contexto en donde existe una alta correlación entre el nivel socioeconómico de las familias y la tenencia de un computador, aparecen los alumnos de los colegios municipales, de los cuales solo 28.1% declara utilizar un computador. En el mismo cuadro 2 aparecen dos medidas adicionales de intensidad de uso del computador. Así, el porcentaje de uso regular refleja una situación en donde si bien se declara utilizar un computador, ello no se realiza con mucha frecuencia. Por otro lado, el porcentaje de uso frecuente muestra una situación en donde la frecuencia de uso del computador es más bien intensa. Es interesante notar que en estas dimensiones también existen diferencias significativas según la dependencia del establecimiento. Por ejemplo, con respecto al uso frecuente se observa que los alumnos de los colegios particulares pagados tienen una mayor frecuencia de uso que el resto de los colegios (24.5% versus 14.2 y 7.7%). Estas estadísticas son guadoras en el sentido de que puede ser útil evaluar el efecto que tiene no solamente el uso de un computador en el hogar, sino también la frecuencia de uso de éste, ya que pudiera existir un impacto diferenciado.

[Insertar cuadro 2]

Con respecto al uso del computador según zona geográfica, específicamente de acuerdo a la región en donde vive el estudiante (cuadro 3), se observa una gran heterogeneidad. En efecto, si bien a nivel país el porcentaje alumnos que señala utilizar un computador en el hogar es de 43.7%, en la IX región dicho porcentaje no alcanza a llegar al 34%, mientras

que en la XII región este valor es de 58%. Esto muestra, al menos incondicionalmente, que la probabilidad de utilizar un computador no es homogénea en el país, y que por tanto, se debe incorporar este aspecto al análisis.

[Insertar cuadro 3]

#### 4. Metodología

Para poder identificar el efecto que tiene el uso de un computador en el hogar sobre el rendimiento académico de los estudiantes se aplicarán dos metodologías, una paramétrica (mínimos cuadrados ordinarios) y otra no paramétrica (*matching propensity score*). Pero antes de presentar dichas metodologías, primero cabe preguntarse por qué es una buena idea estimar el impacto del uso del computador por medio de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), y cuáles son sus principales desventajas. Luego es bueno tener claridad respecto de cómo enfrenta dichas desventajas el método de *matching propensity score* (MPS). Precisamente esto es que le se discutirá a continuación.

Considere la decisión de tener (y utilizar) un computador en el hogar como un programa, al cual se le quiere evaluar en términos de su efectividad para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. Sea  $C_i$  una variable dummy que indica si el alumno tiene un computador en su hogar. Se define  $Y_{0i}$  como el puntaje potencial que obtendría el alumno en el SIMCE si no tuviera un computador en su hogar; por otro lado,  $Y_{1i}$  corresponde al puntaje potencial que obtendría el alumno en el SIMCE si tuviera (y utilizara) un computador en su hogar. Dado que solo es posible observar al estudiante en uno de los dos estados (sin computador, o con computador), lo que el investigador observa pudiera resumirse de la siguiente manera:

$$Y_i = C_i Y_{1i} + (1 - C_i) Y_{0i} \quad (1)$$

Luego, asumiendo que los resultados potenciales vienen dados por la suma de dos elementos, una parte que depende de factores observables ( $\mu$ ), y otra que depende de factores no observables ( $U$ ), se tienen las siguientes ecuaciones de comportamiento:

$$Y_0 = \mu_0 + U_0$$

$$Y_1 = \mu_1 + U_1$$

Si el efecto del tratamiento es homogéneo, y no existen diferencias en los factores no observables, la ecuación (1) queda:

$$Y_i = \mu_0 + (\mu_1 - \mu_0)C + U \quad (2)$$

Este modelo es estimable por mínimos cuadrados ordinarios, y permite capturar el efecto promedio del tratamiento (ATE), que coincide con el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (TT), dado que se ha asumido homogeneidad.

Ahora bien, ¿qué ocurre si hay selectividad en el uso del computador en el hogar? Por ejemplo, asuma que se tiene el siguiente modelo de variable latente:

$$C_i^* = Z_i' \gamma + v_i \quad (3)$$

donde  $C_i^*$  es una variable latente no observada por el investigador, pero que representa la utilidad neta para el alumno asociada al hecho de utilizar un computador en su hogar. Luego, el investigador observa lo siguiente:

$$C_i = 1[C_i^* > 0]$$

Es decir, lo que observa es la decisión de utilizar o no el computador en el hogar. Cabe señalar que es posible tomar en cuenta esta selectividad al estimar por MCO la ecuación (2) incorporando directamente como controles el vector de características observables  $Z$ . Si bien esta estrategia de estimación es correcta en base a los supuestos que se han realizado, hay dos aspectos que se pueden mejorar. En primer lugar, para estimar por MCO se deben hacer fuertes supuestos funcionales, imponiendo a priori una estructura a los datos. Esta visión paramétrica del problema puede ser mejorada si se implementa el método de

*matching propensity score* (MPS), ya que a diferencia de MCO, el método de MPS es un método no paramétrico de estimación, y por ende, no impone ningún tipo de estructura a los datos. Un segundo aspecto en que se puede mejorar la técnica de MCO viene dado por el conjunto de la población que se utiliza para llevar a cabo la estimación. En MCO se considera a toda la población, y a partir de ahí se estima el impacto promedio del uso del computador. No obstante, se podría llevar a cabo la estimación solo con aquellos estudiantes que son más parecidos entre sí (grupo de tratamiento versus grupo de control) y obtener así una estimación más limpia del impacto. El método de MPS permite hacer esto a través de la estimación del propensity score (PS), es decir, la probabilidad de utilizar un computador en el hogar. De esta manera, para estimar el impacto promedio del tratamiento, el método MPS realiza comparaciones entre alumnos que pueden ser considerados clones en vista de la probabilidad condicional de utilizar un computador en su hogar.

En concreto, los supuestos sobre los cuales se sustenta la aplicación del método MPS son dos:

$$(Y_0, Y_1) \perp C \mid Z$$

$$0 < P(C = 1 \mid Z = z) < 1$$

La primera expresión corresponde al supuesto de independencia condicional, que consiste en que la decisión de utilizar un computador en el hogar puede ser considerada como aleatoria condicional a un conjunto de variables observables  $Z$ . Por otro lado, la segunda expresión corresponde al *propensity score* (probabilidad de recibir el tratamiento) y permite realizar la comparación entre individuos comparables mediante la identificación de los denominados clones. Esta condición sirve además para construir la zona de soporte común, enfrentando así la segunda crítica que se le hizo anteriormente al método de MCO. El estimador *matching* permite capturar el efecto promedio del tratamiento (ATE), y el efecto promedio sobre los tratados (ATT), sin embargo, dado que se asume homogeneidad en el efecto del tratamiento todas estas medidas de impacto coinciden, al igual que en el caso de MCO. Una forma general para el estimador *matching* puede escribirse de la siguiente manera:

$$ATE = \sum_{i \in T} (Y_i - \sum_{j \in C} W_{i,j} Y_j) w_i$$

donde  $T$  es el grupo de tratamiento,  $C$  es el grupo control,  $W_{i,j}$  es el peso asignado al vecino  $j$  del individuo  $i$ , y  $w_i$  es la ponderación del individuo  $i$  en la estimación. La diferenciación de los distintos tipos de *matching* se da básicamente en la asignación del peso de los ponderadores. Las asignaciones paramétricas asignan el mismo peso a los vecinos más cercanos, en cambio las no paramétricas asignan los pesos según la distancia (diferencia entre los *propensity score*) que existe entre el individuo del grupo de tratamiento y los individuos del grupo de control (puede ser más de un clon por cada individuo del grupo de tratamiento); estas distancias por su parte se basan en estimaciones tipo kernel, de tal forma de darle un mayor peso a aquellos individuos de control que están más cerca del individuo de tratamiento, siendo la más utilizada el kernel *biweight*. Por ejemplo, en el caso de implementarse el método de matching del vecino más cercano, el estimador *matching* vendría dado por:

$$ATE = \sum_{i \in T} (Y_i - Y_j) \frac{1}{n_T}$$

donde  $n_T$  es el número de individuos del grupo de tratamiento utilizados para calcular el impacto del programa.

## 5. Estimaciones y resultados

En esta sección se presentan las estimaciones por MCO (paramétricas) y MPS (no paramétricas) para identificar el impacto del uso del computador en el hogar sobre el desempeño académico de los estudiantes, medido a través del resultado de la prueba SIMCE. Para precisar el efecto que tiene el uso del computador (si es que existe), se realizarán estimaciones en orden a estimar, por un lado, el impacto del uso del computador, y por otro, el impacto de la frecuencia en el uso del computador.

### 5.1 Estimaciones paramétricas: MCO

Tal como se señaló anteriormente, bajo el supuesto de selectividad en base a observables, con un efecto homogéneo del tratamiento, el estimador MCO proporciona una estimación para el efecto promedio del tratamiento. De esta forma, se procederá a estimar la siguiente versión de la ecuación (2) por MCO:

$$Y_i = x_i' \beta + \delta C_i + u_i$$

donde el componente  $u_i$  representa todos aquellos factores no observables que afectan el rendimiento académico del estudiante. Por lo tanto, el estimador MCO para el parámetro  $\delta$  entrega el efecto promedio del tratamiento. El vector  $x'$  incorpora un conjunto de controles que permiten tomar en cuenta todos aquellos factores que hasta ahora la literatura ha identificado como determinantes del desempeño académico de los estudiantes. Así, se incorpora el ingreso per cápita de la familia del alumno, una variable muda para los estudiantes hombres, la escolaridad de los padres (años de escolaridad), una variable muda para aquellos niños en cuyos hogares hay libros, dos variables mudas por tipo de colegio (particular, pagado, particular subvencionado), y variables a nivel de curso que controlan por los efectos de pares (ingreso per cápita promedio de la familia de los alumnos del curso, puntaje promedio del curso en la prueba SIMCE, y la escolaridad promedio de los padres de los alumnos del curso)<sup>2</sup>. Además, se han incorporado variables mudas por la región del estudiante. El cuadro 4 presenta las estimaciones para las pruebas de matemáticas y lenguaje.

[Insertar cuadro 4]

Cabe destacar que en todas las especificaciones se aprecia un impacto positivo y significativo asociado al uso del computador sobre los resultados de las pruebas SIMCE de lenguaje y matemáticas. Las columnas (1) y (5) presentan los resultados de la especificación que no incorpora controles (solo las variables mudas por la región del alumno), y revelan un impacto significativo del uso del computador sobre el puntaje SIMCE del alumno (27 y 30 puntos para lenguaje y matemáticas, respectivamente). Luego, al ir incorporando los controles anteriormente descritos, el efecto comienza a disiparse ya

---

<sup>2</sup> Para construir estas variables se excluye la información del alumno en cuestión.

que se toman en cuenta los efectos provenientes de las características socioeconómicas de los alumnos, del colegio y de los compañeros de curso (efecto par). Las columnas (4) y (8), que incorporan todos los controles, dan cuenta de un efecto positivo, significativo, aunque pequeño del uso del computador. De hecho, el impacto del uso del computador se encuentra en torno a los cuatro y cinco puntos para las pruebas de lenguaje y matemáticas, respectivamente. Respecto de los controles propiamente tal, se observa que el ingreso per cápita de la familia tiene un efecto positivo en el rendimiento del alumno, que los hombres obtienen un menor puntaje en promedio en la prueba de lenguaje pero un mayor puntaje en la prueba de matemáticas, que la escolaridad de los padres afecta positivamente el puntaje SIMCE del estudiante, y que la tenencia de libros en el hogar también ejerce un efecto positivo en el rendimiento académico. Llama la atención los signos de los coeficientes estimados para las variables que intentan capturar el efecto par. Así, el ingreso per cápita promedio de los alumnos del curso afecta negativamente el desempeño del alumno en la prueba SIMCE, al igual que la escolaridad de los padres de los compañeros de curso (en la prueba de matemáticas al menos). Finalmente, el tipo de colegio no afecta de manera significativa el rendimiento del alumno.

Los resultados que se han presentado adolecen de los mismos problemas que exhiben los anteriores trabajos realizados para Chile en esta área. En efecto, el estimador de MCO impone una estructura paramétrica a los datos, lo que puede condicionar fuertemente los resultados. Por otro lado, el estimador de MCO utiliza a todos los individuos (tratados y no tratados) para identificar el impacto promedio del uso del computador en el hogar, sin importar si hay estudiantes que son muy distintos entre sí para llevar a cabo dicha comparación. Es por estas razones que a continuación se implementa el estimador de *matching propensity score*, en orden a analizar la robustez de los resultados obtenidos hasta ahora y enfrentar apropiadamente las dos críticas que se han levantado en contra de MCO.

## **5.2 Estimaciones no paramétricas: matching propensity score**

La primera etapa en la implementación del estimador MPS consiste en estimar el *propensity score* o probabilidad de utilizar un computador en el hogar. Para estos efectos, el *propensity score* se estimará a partir de un conjunto de características (observables y

medibles) que son determinantes del uso del computador. Estas variables son la educación de los padres, el ingreso per cápita de la familia, el porcentaje de alumnos del curso que utilizan un computador (como una manera de incorporar el efecto par), y variables mudas por región del alumno. Por lo tanto, el primer paso consiste en estimar el modelo planteado en (3), donde la variable dependiente es una variable muda que toma el valor 1 si el alumno utiliza un computador en el hogar y 0 si no, lo que depende básicamente del comportamiento de la variable latente del modelo. Así, el alumno utilizará un computador en su hogar en la medida que se cumpla lo siguiente:

$$C_i = 1[C_i^* > 0] = 1[Z_i'\gamma + v_i > 0]$$

La expresión anterior puede interpretarse como que el alumno utiliza un computador en su hogar en la medida que la utilidad neta asociada a utilizarlo (algo no observable por el investigador) sea positiva (lo que trae como consecuencia una decisión que sí es observable para el investigador, es decir, el uso del computador). En este contexto  $Z_i'$  es un vector de características que son determinantes de dicha decisión. Asumiendo que el término aleatorio no observable ( $v_i$ ) se distribuye normal se llega al modelo probit. Los resultados de la estimación del modelo probit se presentan en el cuadro 5.

[Insertar cuadro 5]

Un primer aspecto que llama la atención se refiere al nivel de significancia de los parámetros estimados; todos son estadísticamente significativos al uno por ciento. Por otro lado, también es positivo el *pseudo R*<sup>2</sup> de 26.4% que da cuenta del buen ajuste del modelo y de la relevancia de las variables incluidas. Ambas características ayudan a que el emparejamiento (*match*) de los individuos del grupo de tratamiento con los del grupo de control sea más preciso, y por ende, más confiable la implementación del *matching*. Adicionalmente, para incrementar la calidad de dicho emparejamiento se restringió la búsqueda del alumno clon (de control) al mismo tipo de establecimiento educacional al cual pertenece el alumno de tratamiento. Es decir, si el alumno de tratamiento (aquel que utiliza un computador) asiste a un colegio particular subvencionado, entonces, el clon se buscará



(de acuerdo al *propensity score* por cierto) solo entre los colegios particulares subvencionados. El cuadro 6 presenta las estimaciones mediante el método MPS.

[Insertar cuadro 6]

Cabe destacar que como una manera de evaluar la robustez de los resultados se han implementado cuatro tipos de estimadores *matching*: el estimador del vecino más cercano (uno, tres y cinco), y el estimador *kernel matching*. Los resultados que se obtienen son todos positivos y estadísticamente significativos, y además similares a los encontrados por MCO. La robustez de los resultados queda patente en el hecho de que sin importar el número de clones (vecinos) utilizados para llevar a cabo la estimación, el efecto asociado al uso del computador siempre es positivo. Para el caso de lenguaje el efecto va desde 4.015 puntos a 4.327 puntos, mientras que en matemáticas el efecto varía entre 5.211 y 5.523 puntos. Llama la atención que el efecto sigue siendo mayor en la prueba de matemáticas que en la prueba de lenguaje, no obstante no es posible concluir que dicha diferencia sea estadísticamente distinta de cero. Por otro lado, se puede destacar que el efecto que se estima a través del método de MPS es algo mayor que el encontrado a través de la metodología tradicional de MCO.

### **5.3 Frecuencia del Uso del Computador**

Maldonado y Ossandon (2004), y Fuchs y Woessmann (2004) plantean una relación en forma de una “U” invertida entre la frecuencia de uso del computador y el rendimiento académico del estudiante; es decir, se plantea que el computador tiene un mayor efecto cuando su uso es moderado que cuando es muy frecuente, algo que puede entenderse como una especie de rendimiento marginal decreciente asociado al uso del computador. Es por esto que a continuación se procederá a indagar en esta posible relación para encontrar evidencia que soporte o bien refute dicha aseveración.

Con el objetivo de testar la hipótesis anterior se procederá a implementar el mismo grupo de estimaciones, por MCO y MPS, pero se definirán nuevas variables de tratamiento. En efecto, en lugar de usar la variable que indica el uso del computador en el hogar, se

incluyen dos variables cualitativas que señalan un uso regular y un uso muy frecuente del computador. Cabe señalar que un uso regular implica una menor frecuencia de uso que el uso muy frecuente.

En el cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos por MCO asociados a un uso regular del computador. Se muestran los efectos tanto para la prueba de lenguaje como para la prueba de matemáticas, y se utilizan las mismas especificaciones paramétricas empleadas anteriormente.

[Insertar cuadro 7]

Destaca nuevamente que el uso regular del computador siempre tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre los puntajes de la prueba SIMCE, tanto para lenguaje como para matemáticas. No obstante, y tal como ocurrió cuando se evaluó el efecto del uso del computador (sin tomar en cuenta la intensidad de uso), el impacto cae fuertemente cuando se incorporan otros controles. Por ejemplo, en el caso de la prueba de lenguaje el efecto pasa desde 26.5 puntos a 3.3 puntos, mientras que en la prueba de matemáticas, el efecto cae desde 29.9 a 4.6 puntos. Estas magnitudes son muy parecidas a las que se habían encontrado cuando se evaluó el impacto del uso del computador (ver cuadro 4).

A continuación se implementaron los estimadores *matching* para precisar de mejor manera el impacto del uso regular del computador.

[Insertar cuadro 8]

El cuadro 8 muestra los principales efectos identificados. Es posible apreciar que en magnitud se observa un impacto menor asociado al uso regular del computador, tanto para la prueba de lenguaje como para la prueba de matemáticas. Estos efectos son bastante menores a los que se habían obtenido a través de MCO. Sin embargo, el que se encuentren efectos menores es razonable toda vez que, tal como se ha definido la variable uso regular

del computador, ésta da cuenta de una situación en donde el uso del equipo es más bien esporádico.

El cuadro 9 muestra los efectos estimados por MCO asociados a un uso frecuente del computador.

[Insertar cuadro 9]

Los coeficientes asociados al uso frecuente del computador son positivos y estadísticamente significativos. Al analizar con detenimientos las magnitudes de los efectos identificados, y compararlos con los asociados al uso regular del computador, no se aprecian grandes diferencias, salvo que para el caso de lenguaje se observan efectos marginalmente mayores. Al parecer los efectos encontrados en lenguaje son mayores ahora, mientras que lo opuesto ocurre con la prueba de matemáticas. El cuadro 10 muestra los efectos estimados por medio del método *matching propensity score*.

[Insertar cuadro 10]

En términos generales los impactos son inferiores en magnitud a los encontrados por MCO, y además, se aprecia un impacto mayor en la prueba de lenguaje (con respecto al efecto del uso del computador) que en la prueba de matemáticas. De todas formas, cabe destacar que algunos impactos no son estadísticamente significativos.

El análisis que se ha llevado a cabo hasta ahora se ha centrado en el impacto del uso del computador sobre el puntaje SIMCE de los estudiantes de cuarto básico. Por lo tanto, resulta interesante indagar si ese impacto se repite para, por ejemplo, los estudiantes de segundo medio. Por ello, se procedió a replicar todo el conjunto de estimaciones para los alumnos de este nivel educacional. Los resultados en general son similares a los ya encontrados, por eso el cuadro 11 solo presenta las estimaciones obtenidas por el método del *matching propensity score*.

[Insertar cuadro 11]

Varias cosas se pueden destacar de estos resultados. En primer lugar, nuevamente se aprecia un impacto positivo y estadísticamente significativo asociado al uso del computador. Estos resultados son robustos a las distintas especificaciones utilizadas para la implementación del método MPS. Finalmente, los efectos son mayores en matemáticas que en la prueba de lenguaje.

En definitiva es posible apreciar a través de las distintas estimaciones que se han llevado a cabo que el uso del computador en el hogar afecta positivamente el desempeño académico de los estudiantes, aún controlando por un conjunto de otras características que también afectan el rendimiento académico. No obstante, cabe señalar que los efectos son pequeños una vez que se han tomado en cuenta todas las variables relevantes. Estos resultados entregan antecedentes importantes en el contexto del desarrollo de una estrategia destinada a mejorar la calidad de la educación en Chile. En efecto, el uso de las tecnologías de información presenta una alternativa atractiva para incrementar el aprendizaje de los alumnos, toda vez que se trata de una herramienta con la cual se sienten cada vez más familiarizados. Por otro lado, la trayectoria descendente que exhibe el costo de este tipo de equipamiento aumenta la probabilidad de poder implementarlo con éxito.

## **6. Conclusiones**

En este trabajo se ha intentado identificar el potencial impacto que tiene el uso del computador sobre el desempeño académico de los estudiantes en Chile. Utilizando las pruebas SIMCE para cuarto básico y segundo medio, se ha constatado que existe evidencia estadística robusta respecto de la existencia de un retorno positivo y estadísticamente significativo, aunque pequeño. Tanto el método tradicional de estimación (MCO) como el estimador *matching propensity score* (no paramétrico) dan cuenta de la existencia de este retorno. Las magnitudes encontradas con ambos métodos son en términos generales similares, y no se aprecian diferencias significativas entre las pruebas de lenguaje y matemáticas.

Como una manera de precisar más el efecto que tiene el uso del computador se estimaron dos impactos adicionales. Primero se analizó el efecto que tiene un uso regular del

computador, y luego se evaluó el efecto de un uso frecuente. El impacto que se encuentra sigue siendo positivo y estadísticamente significativo.

A pesar de los resultados anteriores se debe tener cautela en su interpretación, ya que existen elementos que no han sido tomados en cuenta y que por lo tanto podrían estar sesgando los resultados que se han encontrado. Por ejemplo, la omisión de la habilidad del estudiante tanto en la estimación por MCO como en la modelación del *propensity score* es un elemento que sin duda exige poner una nota de cautela.

No obstante lo anterior, estos resultados entregan antecedentes importantes en el contexto del desarrollo de una estrategia destinada a mejorar la calidad de la educación en Chile. En efecto, el uso de las tecnologías de información presenta una alternativa atractiva para incrementar el aprendizaje de los alumnos, y dado que el costo de estas tecnologías ha ido disminuyendo en el tiempo (y probablemente continuará haciéndolo) es altamente probable hacer de esto una estrategia sustentable y exitosa.

## Bibliografía

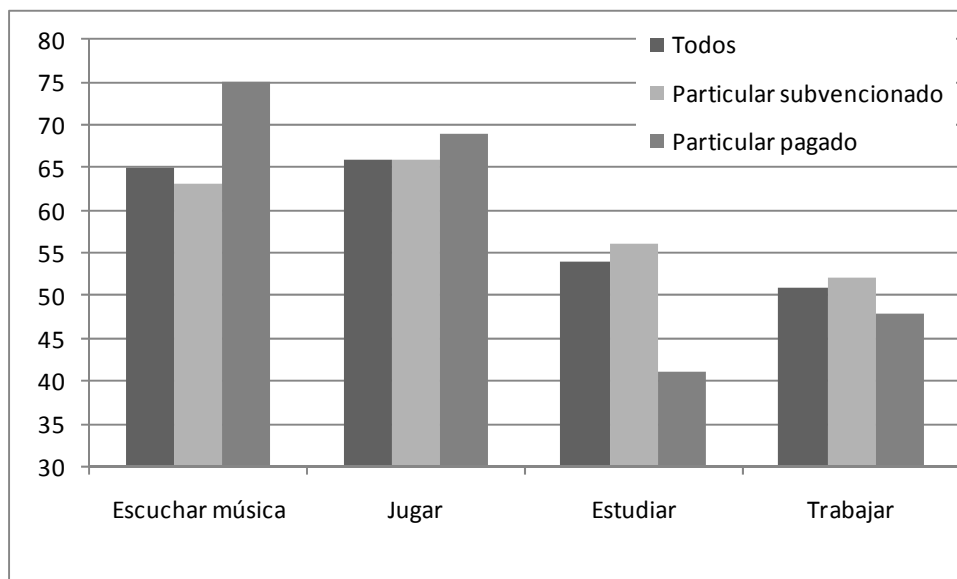
1. Alves, V., K. Claudio, A. Covic, T. Dwyer, V. Magalhaes, L. Ribeiro, R. Silveira, y J. Wainer. (2008) *Too much computer and Internet use is bad for your grades, especially if you are young and poor: Results from the 2001 Brazilian SAEB*. Computers and Education Vol.51 p.1417–1429.
2. Angrist, J. y V. Lavy. (2002) *New Evidence on Classroom Computer and Pupil Learning*. The Economic Journal, 112 (October), 735–765.
3. Angrist, J. y J. Pischke (2009) *Mostly harmless econometrics. An empiricist's companion*. Princeton University Press.
4. Area, M. (2005) *Tecnologías de la información y comunicación en el sistema escolar. Una revisión de las líneas de investigación*. Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, Vol. 11, n. 1, pp. 3-25.
5. Beltran, D., K. Das, y R. Fairli. (2006) *Do Home Computers Improve Educational Outcomes? Evidence from Matched Current Population Surveys and the National Longitudinal Survey of Youth 1997*. Iza Discussion Paper No. 1912 January
6. Blundell, R., M. Costa-Dias. (2002) *Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics*. The Institute for Fiscal Studies. Department of Economics. UCL. Working Paper 10/02
7. *Collect* Investigaciones de Mercado; Enlaces, Centro de Educación y Tecnología. (2008) *Encuesta Educación en la Sociedad de la Información*.
8. Fuchs, T., y L. Woessmann. (2004) *Computers and student learning: bivariate and multivariate evidence on the availability and use of computers at home and at school*. CESIFO, Working Paper no. 1321 category 4: Labour Markets November
9. Heckman, J., H. Ichimura, y P. Todd. (1998) *Matching as Econometric Evaluation Estimator*. The Review of Economic Studies, Volume 65, Issue 2 1. p 261-294.
10. Imbens, G. y J. Wooldridge. (2009) *Recent Development in the Econometrics of Program Evaluation*. Journal of Economic Literature. Vol. 47, p 5-86.
11. Kluttig, M., C. Peirano, y C. Vergara. (2009) *Evidencia Sobre el Uso de Tecnologías y su Correlación con el Desempeño en Pisa-Ciencias 2006*. En ¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile? Nuevos análisis y

perspectivas sobre los resultados en PISA 2006. p 47-70. Unidad de Currículum y Evaluación, Ministerio de Educación.

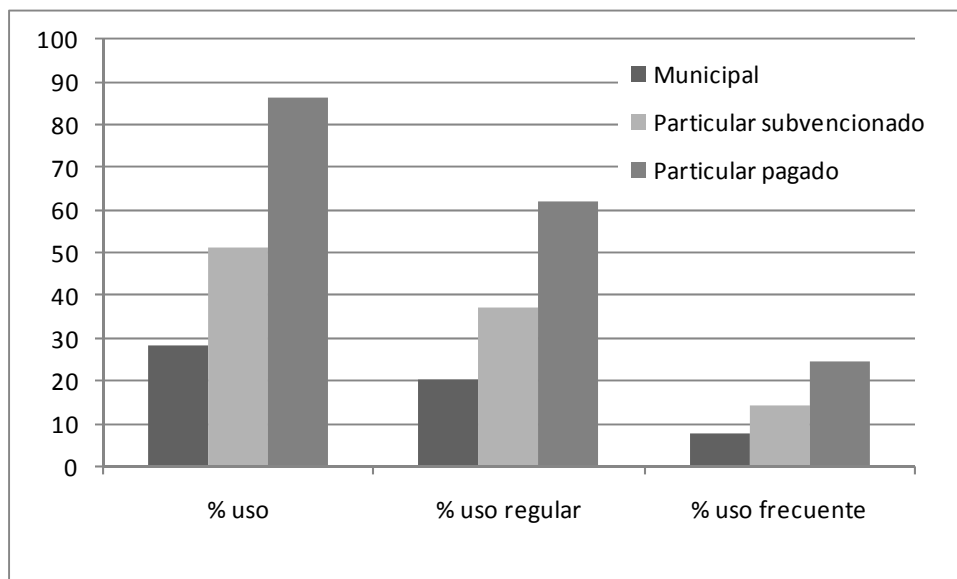
12. Maldonado, L., y J. Ossandon. (2004) *Tecnologías de la información y comunicación y resultados en pisa 2000: Estudio sobre el caso chileno, informe final*. Red Enlaces. Ministerio de Educación de Chile.
13. Rosenbaum, P. and D. Rubin. (1983) *The central role of the propensity score in observational studies for causal effects*. *Biometrika*, Vol. 70 (1).

## Cuadros

**Cuadro 1**  
**Uso del computador según dependencia del establecimiento educacional**  
**(Encuesta Educación en la Sociedad de la Información, 2004)**

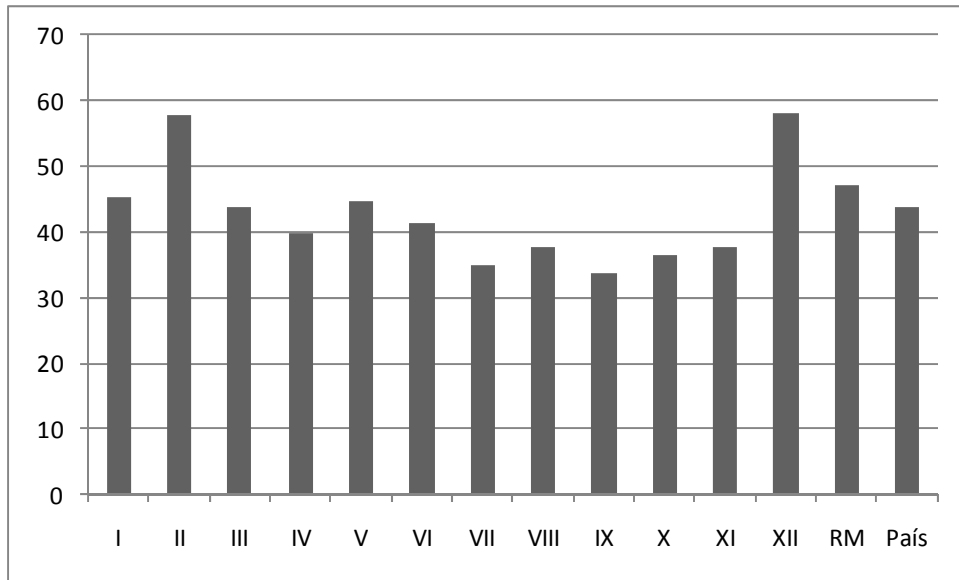


**Cuadro 2**  
**Intensidad de uso del computador según dependencia del establecimiento educacional**





**Cuadro 3**  
**Intensidad de uso del computador según región**



**Cuadro 4**  
**Impacto del uso del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
**(Mínimos cuadrados ordinarios)**

Variable	Lenguaje				Matemáticas			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Uso computador=1	27.274 ***	8.104 ***	3.794 ***	3.793 ***	30.41 ***	9.817 ***	4.845 ***	4.908 ***
Ingreso per cápita		0.061 ***	0.022 ***	0.022 ***		0.06 ***	0.015 ***	0.015 ***
Hombre=1		-7.924 ***	-6.537 ***	-6.537 ***		4.408 ***	5.19 ***	5.191 ***
Escolaridad de la madre		2.822 ***	1.682 ***	1.68 2***		3.202 ***	1.912 ***	1.921 ***
Escolaridad del padre		1.984 ***	1.247 ***	1.247 ***		2.126 ***	1.265 ***	1.268 ***
Libros=1			6.982 ***	6.982 ***			6.267 ***	6.232 ***
Ingreso per cápita del curso			-0.044 ***	-0.044 ***			-0.044 ***	-0.048 ***
Puntaje prueba lenguaje del curso			0.710 ***	0.710 ***				
Puntaje prueba matemáticas del curso							0.777 ***	0.779 ***
Escolaridad de padres del curso			-0.144	-0.146			-0.677 ***	-0.578 ***
Particular pagado=1				0.065				0.432
Subvencionado=1				0.034				-0.734 ***
Constante	234.18 ***	187.67 ***	42.107 ***	42.128 ***	229.88 ***	171.59 ***	21.44 ***	20.68 ***
$R^2$	0.06	0.15	0.23	0.23	0.07	0.17	0.28	0.28
Número de observaciones	217.957	186.126	186.112	186.112	217.961	186.638	186.625	186.625

Nota: la variable dependiente es el logaritmo de la prueba de lenguaje o matemáticas, según sea el caso. Todos los modelos incluyen además controles por la región del alumno. (\*): Significativo al 10%; (\*\*) significativo al 5%; (\*\*\*) significativo al 1%.

**Cuadro 5**  
**Determinantes de la probabilidad de utilizar un computador en el hogar (modelo probit)**  
*(Propensity score)*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error estándar</b>
Ingreso familiar per cápita	0.004***	0.0000693
Escolaridad de la madre	0.071***	0.0014
Escolaridad del padre	0.066***	0.0014
Porcentaje de alumnos del curso que utilizan un computador en el hogar	1.180***	0.0181
Constante	-2.433***	0.0242
Pseudo $R^2$	0.26	
Número de observaciones	185.961	

Nota: la variable dependiente es una variable muda que indica si el alumno utiliza un computador en su hogar. El modelo incluye además controles por la región del alumno. (\*): Significativo al 10%; (\*\*) significativo al 5%; (\*\*\*) significativo al 1%.

**Cuadro 6**  
**Impacto del uso del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
*(Matching propensity score)*

	<b>Lenguaje</b>	<b>Matemáticas</b>
Un vecino	4.015 (0.598)	5.211 (1.399)
Tres vecinos	4.223 (0.432)	5.523 (1.328)
Cinco vecinos	4.176 (0.427)	5.503 (1.125)
Kernel	4.327 (0.504)	5.375 (1.264)

Nota: Desviación estándar entre paréntesis. El probit se calculó considerando los siguientes controles: ingreso per cápita familiar, escolaridad de la madre, escolaridad del padre, porcentaje de alumnos que usan computador en el curso y variables mudas por región. El alumno clon (control) fue escogido dentro del mismo tipo de establecimiento educacional del alumno tratado (municipal, particular subvencionado, particular pagado). El pseudo  $R^2$  de dicha estimación fue de 26.4% lo que es un buen grado de ajuste considerando que los datos son de corte transversal.

**Cuadro 7**  
**Impacto del uso regular del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
**(Mínimos cuadrados ordinarios)**

Variable	Lenguaje				Matemáticas			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Uso frecuente computador=1	26.547 ***	7.695 ***	3.373 ***	3.367 ***	29.90 ***	9.621 ***	4.605 ***	4.657 ***
Ingreso per cápita		0.063 ***	0.022 ***	0.022 ***		0.060 ***	0.014 ***	0.014 ***
Hombre=1		-8.051 ***	-6.668 ***	-6.669 ***		4.333 ***	5.125 ***	5.126 ***
Escolaridad de la madre		2.824 ***	1.676 ***	1.675 ***		3.240 ***	1.935 ***	1.943 ***
Escolaridad del padre		1.969 ***	1.239 ***	1.239 ***		2.123 ***	1.267 ***	1.271 ***
Libros=1			6.960 ***	6.964 ***			6.364 ***	6.332 ***
Ingreso per cápita del curso			-0.046 ***	-0.047 ***			-0.046 ***	-0.050 ***
Puntaje prueba lenguaje del curso			0.716 ***	0.715 ***				
Puntaje prueba matemáticas del curso				-0.128			0.784 ***	0.785 ***
Escolaridad de padres del curso			-0.113				-0.655 ***	-0.569 ***
Particular pagado=1				0.337				0.543 ***
Subvencionado=1				0.213				-0.603 **
Constante	234.45 ***	187.93 ***	40.98 ***	41.12 ***	230.64 ***	171.83 ***	20.23 ***	19.58 ***
$R^2$	0.05	0.14	0.22	0.22	0.06	0.16	0.27	0.27
Número de observaciones	191.095	160.963	160.952	160.952	191.024	161.412	161.401	161.401

Nota: la variable dependiente es el logaritmo de la prueba de lenguaje o matemáticas, según sea el caso. Todos los modelos incluyen además controles por la región del alumno. (\*): Significativo al 10%; (\*\*) significativo al 5%; (\*\*\*) significativo al 1%.

**Cuadro 8**  
**Impacto del uso regular del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
*(Matching propensity score)*

	Lenguaje	Matemáticas
Un vecino	1.527 (0.998)	2.858 (1.547)
Tres vecinos	1.839 (0.901)	3.021 (1.619)
Cinco vecinos	1.764 (0.938)	3.082 (1.610)
Kernel	1.907 (1.071)	3.319 (1.639)

Nota: Desviación estándar entre paréntesis. El probit se calculó considerando los siguientes controles: ingreso per cápita familiar, escolaridad de la madre, escolaridad del padre, porcentaje de alumnos que usan computador en el curso y variables mudas por región. El alumno clon (control) fue escogido dentro del mismo tipo de establecimiento educacional del alumno tratado (municipal, particular subvencionado, particular pagado). El pseudo  $R^2$  de dicha estimación fue de 25.9% lo que es un buen grado de ajuste considerando que los datos son de corte transversal.

**Cuadro 9**  
**Impacto del uso frecuente del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
**(Mínimos cuadrados ordinarios)**

Variable	Lenguaje				Matemáticas			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Uso frecuente computador=1	29.212 ***	8.448 ***	4.383 ***	4.355 ***	31.655 ***	8.922 ***	4.412 ***	4.427 ***
Ingreso per cápita		0.071 ***	0.027 ***	0.027 ***		0.074 ***	0.025 ***	0.024 ***
Hombre=1		-8.534 ***	-7.114 ***	-7.114 ***		4.286 ***	5.181 ***	5.182 ***
Escolaridad de la madre		2.784 ***	1.673 ***	1.669 ***		3.226 ***	1.954 ***	1.957 ***
Escolaridad del padre		1.905 ***	1.24 ***	1.238 ***		2.092 ***	1.305 ***	1.306 ***
Libros=1			7.293 ***	7.309 ***			6.988 ***	6.978 ***
Ingreso per cápita del curso			-0.044 ***	-0.039 ***			-0.049 ***	-0.050 ***
Puntaje prueba lenguaje del curso			0.723 ***	0.722 ***				
Puntaje prueba matemáticas del curso			-0.286 **				0.786 ***	0.786 ***
Escolaridad de padres del curso				-0.334 ***			-0.749 ***	-0.713 ***
Particular pagado=1				-1.49				0.202
Subvencionado=1				0.094				-0.268
Constante	235.08 ***	189.05 ***	40.99 ***	41.39	231.37 ***	172.01 ***	19.70 ***	19.44 ***
$R^2$	0.04	0.13	0.21	0.21	0.05	0.14	0.26	0.26
Número de observaciones	148.230	120.799	120.790	120.790	148.066	121.158	121.150	121.150

Nota: la variable dependiente es el logaritmo de la prueba de lenguaje o matemáticas, según sea el caso. Todos los modelos incluyen además controles por la región del alumno. (\*): Significativo al 10%; (\*\*) significativo al 5%; (\*\*\*) significativo al 1%.

**Cuadro 10**  
**Impacto del uso frecuente del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 4° básico)**  
*(Matching propensity score)*

	Lenguaje	Matemáticas
Un vecino	2.438 (1.125)	2.445 (1.791)
Tres vecinos	2.848 (0.863)	2.689 (1.671)
Cinco vecinos	2.983 (0.872)	2.793 (1.572)
Kernel	4.058 (1.510)	3.820 (1.820)

Nota: Desviación estándar entre paréntesis. El probit se calculó considerando los siguientes controles: ingreso per cápita familiar, escolaridad de la madre, escolaridad del padre, porcentaje de alumnos que usan computador en el curso y variables mudas por región. El alumno clon (control) fue escogido dentro del mismo tipo de establecimiento educacional del alumno tratado (municipal, particular subvencionado, particular pagado). El pseudo  $R^2$  de dicha estimación fue de 27.6% lo que es un buen grado de ajuste considerando que los datos son de corte transversal.

**Cuadro 11**  
**Impacto del uso del computador en la prueba SIMCE (alumnos de 2° medio)**  
*(Matching propensity score)*

	Lenguaje	Matemáticas
Un vecino	4.747 (0.486)	8.302 (0.460)
Tres vecinos	4.802 (0.098)	7.510 (0.720)
Cinco vecinos	4.867 (0.134)	7.648 (0.627)
Kernel	5.250 (0.891)	7.941 (1.287)

Nota: Desviación estándar entre paréntesis. El probit se calculó considerando los siguientes controles: ingreso per cápita familiar, escolaridad de la madre, escolaridad del padre, porcentaje de alumnos que usan computador en el curso y variables mudas por región. El alumno clon (control) fue escogido dentro del mismo tipo de establecimiento educacional del alumno tratado (municipal, particular subvencionado, particular pagado). El pseudo  $R^2$  de dicha estimación fue de 27.6% lo que es un buen grado de ajuste considerando que los datos son de corte transversal.