

> ¿TIENEN LA BANDA ANCHA Y LAS TIC UN IMPACTO POSITIVO
EN EL RENDIMIENTO ESCOLAR? EVIDENCIA SOBRE CHILE.

Roberto E. Muñoz

Departamento de Industrias,
Universidad Técnica Federico Santa María
roberto.munoz@usm.cl

Jorge A. Ortega

Departamento de Industrias,
Universidad Técnica Federico Santa María
jorge.ortega@usm.cl

> Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de fondos asignados al IEP por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, Ottawa, Canadá.

Roberto E. Muñoz y Jorge A. Ortega

¿Tienen la banda ancha y las TIC un impacto positivo en el rendimiento escolar? Evidencia sobre Chile

Lima: Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información, 2013.

CONTENIDOS

1.	Introducción	8
2.	Revisión bibliográfica	10
3.	Programas en evaluación y datos	14
3.1	“Fondos para banda ancha” (2006-2010).....	15
3.2	Programa “TIC en aula” (2007-2011).....	17
4.	Metodología del estudio	20
4.1	Marco conceptual y datos disponibles.....	20
4.2	Descripción de los grupos de estudio	21
5.	El modelo.....	23
6.	Resultados	25
6.1	“Fondos para banda ancha” (2006-2010).....	25
6.2	“TIC en el aula” (2007-2011).....	30
6.3	Efecto de la interacción de los programas.....	35
6.4	Identificación de efectos heterogéneos	37
7.	Conclusión	40
8.	Bibliografía	41
	Anexo 1: Modelos de participación y áreas de soporte común.....	43
	Anexo 2: Análisis gráfico directo bajo dobles diferencias	45
	Anexo 3: Pruebas de tendencias paralelas	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de cobertura de “TIC en aula”	15
Tabla 2. Información de línea de base y seguimiento de las cohortes evaluadas	20
Tabla 3. Estadísticas descriptivas para el puntaje SIMCE. Programa “Fondos para banda ancha” 2006-2008r	21
Tabla 4. Balance de la línea de base para el programa “Fondos para banda ancha”: variables de resultado de la prueba SIMCE de 4.º básico en el año 2005	27
Tabla 5. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Lenguaje.....	28
Tabla 6. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Matemáticas.....	28
Tabla 7. Estimación del impacto de “Fondos para banda ancha” en pruebas SIMCE: modelos finales (Puntajes estandarizados)	29
Tabla 8. Balance de la línea de base para el programa “TIC en aula”: variables de resultado de la prueba SIMCE de 4.º básico en el año 2007.....	32
Tabla 9. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Lenguaje.....	33
Tabla 10. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Matemáticas.....	33
Tabla 11. Estimación del impacto de “TIC en aula” en la prueba SIMCE: modelos finales (puntajes estandarizados).....	34
Tabla 12. Efecto de la interacción de “Fondos para banda ancha” (FBA) y “TIC en aula”, cohorte 4.º básico en el 2005 y 8.º básico en el 2009.....	35
Tabla 13. Efecto de la interacción de “Fondos para banda ancha” (FBA) y “TIC en aula”, cohorte 4.º básico en el 2007 y 8.º básico en el 2011	36
Tabla 14. Efectos del programa “Fondos para banda ancha” en muestras específicas (Resultados de modelos finales con <i>matching</i>)	37

Tabla 15. Efectos del programa “TIC en aula” en muestras específicas (Resultados de modelos finales con <i>matching</i>)	38
Tabla 16. Prueba de tendencias paralelas en la línea de base del programa “Fondos para banda ancha” en SIMCE, 4.º básico	46
Tabla 17. Prueba de tendencias paralelas en la línea de base del programa “TIC en aula” en SIMCE, 4.º básico	48
Tabla 18. Prueba de tendencias paralelas en el programa “Fondos para banda ancha” en cohorte ficticia: SIMCE, 4.º básico en 1999 y 8.º básico en el 2004	50
Tabla 19. Prueba de tendencias paralelas en el programa “TIC en aula” en cohorte ficticia: SIMCE, 4.º básico en 1999 y 8.º básico en el 2004	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cadena de resultados del programa “Fondos para banda ancha” en establecimientos educacionales subvencionados (2006-2010)..... 17

Ilustración 2. Cadena de resultados del programa “TIC en aula” en estudiantes de 1.º a 8.º básico en establecimientos educacionales subvencionados (2007-2011).....19

ABSTRACT

En este artículo se estudia el impacto de la conectividad a banda ancha y del uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con fines pedagógicos en la calidad de la educación de los estudiantes del ciclo básico de establecimientos educacionales subvencionados (EES) de Chile. Para ello, se estima el impacto de dos iniciativas del Ministerio de Educación (MINEDUC), “Fondos para banda ancha” (2006-2010) y “TIC en aula” (2007-2011) sobre el rendimiento de los estudiantes en las pruebas nacionales estandarizadas de Lenguaje y Matemáticas establecidas por el Sistema de Medición de Calidad de la Educación (SIMCE), disponible desde 1998. La unidad de observación es el estudiante y se analiza el efecto individual, conjunto y focalizado de los programas mencionados sobre cohortes que rinden las evaluaciones en dos momentos del tiempo. La muestra de estudio excluyó EES pertenecientes al grupo socioeconómico alto y, en el caso de “TIC en aula”, se trabajó solo con los municipalizados. Los resultados muestran que los programas no tienen efectos significativos en el rendimiento, ni individual ni conjuntamente, pero sí fue posible identificar efectos positivos de “TIC en aula” en grupos específicos en Lenguaje, no así en Matemáticas.

1. INTRODUCCIÓN

La red Diálogo Regional sobre la Sociedad de la Información (DIRSI)¹ se encuentra realizando el proyecto de investigación “Adopción de banda ancha y pobreza: evidencia y nuevas direcciones de investigación para América Latina”. El proyecto tiene como objetivo enriquecer el debate en esta materia. Uno de sus componentes consiste en realizar cinco estudios de evaluación de impacto en tres metas de interés: crecimiento económico, generación de empleo y logros educacionales.

Chile es uno de los países incluidos en este proyecto para evaluar el impacto de programas de adopción de banda ancha en los logros educacionales, haciendo referencia a los subsidios de conectividad implementados por el Centro de Educación y Tecnología (Enlaces) del 2006 al 2010². Asimismo, en Enlaces también se realizan varias iniciativas (programas y proyectos) que promueven el uso de las TIC en actividades pedagógicas dentro de las salas de clase. Todas estas iniciativas se enmarcan dentro del plan “Tecnologías para una educación de calidad (TEC)”, que en breve se nombra “Plan TEC”. Con el apoyo de profesionales de Enlaces, se seleccionaron dos programas específicos para estudiarlos, uno de conectividad y uno de uso de las TIC³, de los cuales se dispone de datos de monitoreo del proceso de implementación:

- ❖ Conectividad: “Fondos para banda ancha” (2006-2010)
- ❖ Uso de las TIC: “TIC en aula” (2007-2011)

Por otro lado, el Ministerio de Educación de Chile (Mineduc) tiene implementado el Sistema de Medición de Calidad de la Educación (SIMCE)⁴, con información desde el año 1998, con el cual se mide el desempeño de los estudiantes en tres subsectores: Lenguaje y Comunicación (en adelante, Lenguaje), Educación Matemática (en adelante, Matemática) y Comprensión del Medio Natural, Social y Cultural (en adelante, Ciencias). Los resultados en Lenguaje y Matemática fueron

¹ <<http://www.dirsi.net/>>.

² ENLACES se inició como un proyecto piloto en 1992, en 1995 se amplió a programa nacional y en el 2005 pasó a constituirse como un Centro de Educación y Tecnología: <www.redenlaces.cl/>.

³ Originalmente se había considerado un tercer programa, el Laboratorio Móvil Computacional. Sin embargo, dado que para este programa solo se cuenta con información del año 2009 y fue implementado solamente en 3.º básico, fue excluido del análisis. Esto porque no era posible construir una cohorte, sino solo una base de datos de corte transversal con la prueba SIMCE de 4.º básico en el año 2010.

⁴ <<http://www.simce.cl/>>.

utilizados como indicadores de impacto en la evaluación de estos programas⁵.

El objetivo general del estudio es estimar el impacto de la conectividad a Internet de banda ancha y del fomento del uso de TIC con fines pedagógicos en la calidad de la educación de los estudiantes del ciclo básico del sistema de establecimientos educacionales subvencionados (EE) de Chile, que incluye establecimientos privados subvencionados y municipalizados.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- ❖ Estimar el impacto en los resultados de la prueba SIMCE (Lenguaje y Matemáticas) de los estudiantes del ciclo básico, de cada uno de los dos programas en forma independiente: «Fondos para banda ancha» y «TIC en aula», corrigiendo por variables de identificación asociadas al establecimiento educacional y al hogar.
- ❖ Estimar el impacto de la interacción de los dos programas en los resultados de la prueba SIMCE (Lenguaje y Matemáticas) de los estudiantes del ciclo básico.

El resto del artículo se organiza como sigue. En la sección 2 se realiza una revisión del estado del arte en el tema. En la sección 3 se describen los detalles de los programas en estudio, mientras que en la sección 4 se establecen los fundamentos metodológicos del análisis de impacto. La sección 5 contiene el modelo econométrico por aplicar y la sección 6 incluye el análisis y los principales resultados. En la última sección se presentan las conclusiones.

⁵ Originalmente se propuso incluir los resultados de la prueba SIMCE en Ciencias. Sin embargo, se excluyó esto del análisis porque los dos ciclos básicos seleccionados no son comparables: en 4.º básico la prueba se refiere a comprensión del medio natural y social, mientras que en 8.º básico las dos materias están separadas en comprensión del medio natural y comprensión del medio social.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta sección se revisará la literatura asociada al impacto de programas educativos basados en el uso de TIC y la conectividad. Angrist y Lavy (2002) distinguen entre dos categorías para el uso educacional de la informática: Computer Skills Training (CST), que enseña a los estudiantes a usar un computador, y Computer-Aided Instruction (CAI), que se enfoca en el uso de herramientas informáticas para incrementar la efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje⁶. Mientras que el primero no ha sido cuestionado, el rol de CAI es sin duda controversial, pues en la literatura se han obtenido resultados en distintas direcciones⁷. Para clarificar la exposición, se adoptará una distinción adicional en relación con el concepto de CAI. Por una parte, se analiza el rol del uso de computadores para incrementar el rendimiento escolar, mientras que, por otra, se discute el rol de la conectividad para perseguir el mismo objetivo.

Machin et al. (2006) encontraron un impacto positivo de la inversión en TIC sobre los logros educacionales en inglés y ciencias en escuelas primarias, pero ningún efecto en matemáticas. Spiezia (2010) estudió directamente el impacto del uso de computadores en los logros educacionales. Él analizó una base de datos de 33 países (26 OECD y 7 externos) con información del OECD Program for International Student Assessment (PISA). Después de corregir por potencial correlación espuria y problemas de endogeneidad, el autor encuentra que el uso de computadores en el hogar tiene un efecto significativo sobre los puntajes promedios en ciencias, pero identifica, además, que en la gran mayoría de los países considerados, el uso de computador en la escuela no tiene efectos significativos. En la misma línea, Román y Murillo (2012), controlando por variables socioeconómicas y culturales, encontraron un efecto significativo y positivo de tener un computador en el hogar, en tanto el estudiante no lo use para hacer tareas, pero además reportaron un efecto significativo y positivo de asistir a una escuela con una cantidad

⁶Adicionalmente, algunos autores han estudiado el impacto de las políticas públicas para reducir la brecha digital. Por ejemplo, Goolsbee y Guryan (2002) evaluaron el efecto del llamado E-Rate subsidy sobre las inversiones en Internet en las escuelas públicas de California, desde 1998 hasta el 2000. Ellos estimaron que aproximadamente 66 % más de salas de clase tenían acceso a Internet que lo que habría ocurrido en ausencia del subsidio, pero también reportan que no había un impacto significativo sobre el rendimiento de los estudiantes.

⁷Por ejemplo, Cristia et al. (2010) estudiaron si un incremento en el acceso a TIC llevaba a una mejora en el número de años de educación completados. El análisis se realizó con una base de datos con información para 350 escuelas en el Perú y no se encontraron efectos significativos. A pesar de ello, se sugiere que el efecto CST es suficientemente importante en el mercado del trabajo para justificar una intervención de política pública: «[S]ome basic level of ICT access in all schools should be promoted and that devoting limited resources to teaching ICT skills may be optimal».

mínima de computadores y con un uso frecuente de ellos. Los autores también muestran la presencia de un efecto de doble exclusión para estudiantes rurales en países en desarrollo (pobreza + ruralidad). Sin embargo, cabe mencionar que la mayor parte de los estudios no han encontrado efectos significativos e, incluso, algunos han detectado efectos significativos negativos sobre el desempeño escolar (Goolsbee y Guryan, 2002; Rouse y Krueger, 2004; Leuven et al., 2007; Sprietsma, 2012, entre otros).

Claro (2010) realizó una revisión del estado del arte en el impacto de TIC sobre el aprendizaje. Ella distingue entre:

- ❖ Tipo de uso de TIC y su impacto sobre el aprendizaje: asociado a las características de la aplicación TIC.
- ❖ Condiciones de uso de TIC y su impacto sobre el aprendizaje: asociado a las características del ambiente (escuela) donde la aplicación se lleva a cabo.
- ❖ Quién está usando las TIC y su impacto sobre el aprendizaje: asociado a las características de los estudiantes.

Ella encuentra que un impacto positivo en el aprendizaje usualmente está asociado a un uso específico de tecnologías, las que facilitan la comprensión de conceptos específicos. En relación con las condiciones de uso, el rol de los profesores y del director de escuela son claves para fomentar los procesos de aprendizaje a través de TIC. Finalmente, en relación con las características personales, la pregunta es cuán bien preparados están los estudiantes para mejorar su capacidad de comprensión a través del uso de TIC. El capital cultural parece ser fundamental aquí. En esta línea, la discusión se ha movido hacia un nuevo concepto: la segunda brecha digital. Este es un concepto que no está relacionado con el acceso, sino más bien con las diferencias en las capacidades para usar las TIC como una herramienta efectiva de aprendizaje. En la misma línea, Carrillo et al. (2010) reporta un efecto positivo para un programa TIC en Guayaquil, Ecuador, en los puntajes de una prueba de matemáticas (pero no se observan efectos significativos en lenguaje). Ellos entienden el impacto como el resultado de la combinación de hardware, software y entrenamiento de profesores. Rodríguez et al. (2012) también argumentan que la unidad básica son los programas educativos apoyados por TIC, los cuales deben ser cuidadosamente diseñados y evaluados.

Una rama distinta en la literatura es la relacionada con el impacto del acceso (banda ancha, internet o SMS) sobre el aprendizaje. Underwood et

al. (2005) y Davidson y Santorelli (2010) estudiaron el impacto de la adopción de banda ancha sobre la educación en el Reino Unido y en Estados Unidos, respectivamente. En el primer artículo, los autores muestran algunas experiencias prácticas de adopción y concluyen lo siguiente: «[B]roadband is changing the way pupils learn and construct their work, changing the ways teachers organise lessons and co-operate with colleagues, and changing the way schools administer their courses». En el segundo, los autores afirman:

[I]n the long term, wireless broadband and advanced mobile devices will likely serve as primary vehicles for the delivery of educational content. This will expand access to «anywhere, anytime» learning. Moreover, these and other approaches will shift the education paradigm toward more personalized learning.

A pesar de estas visiones optimistas basadas en experiencias particulares o aproximaciones conceptuales, existe muy poca evidencia en el mundo acerca de impactos estadísticamente significativos sobre el aprendizaje (ver Scheuermann y Pedró, 2009, y Sprietsma, 2012); más aún, existen algunos casos en que se han reportado efectos negativos significativos (ver, por ejemplo, Belo et al., 2010).⁸

En un artículo reciente, sin embargo, Aker et al. (2012) estudian el impacto del acceso a tecnología básica de telefonía móvil sobre los logros educativos de adultos en un experimento de campo en Níger. Ellos reportan un incremento significativo en los puntajes de pruebas de Matemáticas y Escritura en relación con el grupo de control. Adicionalmente, se muestra que el efecto positivo y significativo sigue presente después de varios meses de que las clases han finalizado. Los autores sugieren que los teléfonos móviles podrían ser una forma simple y de bajo costo para mejorar los resultados educacionales en adultos.

En el caso de Chile, es importante mencionar que Enlaces ha contratado la realización de varios estudios de evaluación de proceso de sus programas, pero no de impacto. El único estudio que se reporta en la literatura es el de Contreras et al. (2007), citado por Claro (2010). Ellos encontraron una correlación positiva entre el uso de banda ancha y los puntajes de Lenguaje y Matemática en SIMCE 2005 en 4.º básico, significativa para estudiantes de estratos socioeconómicos bajo y medio, pero no para alto.

En suma, las evaluaciones del impacto del uso de TIC y las de la conectividad sobre el aprendizaje han llevado a resultados no concluyentes, puesto que en la mayoría de ellos no es posible identificar

⁸De hecho, el impacto del acceso a la banda ancha ha sido cuestionado más allá de sus potenciales efectos en la educación. Kenny (2011) argumenta que no existe evidencia de un gran impacto económico positivo, de manera que los fundamentos para subsidiar la penetración de la banda ancha son débiles.

impactos, mientras que en otros se han llegado a detectar incluso impactos negativos y significativos. Con esta evidencia, resulta de particular importancia medir el impacto de programas de uso de "TIC en aula" y de conectividad en Chile.

3. PROGRAMAS EN EVALUACIÓN Y DATOS

El objetivo de esta sección es proveer una descripción de los programas que serán objeto de evaluación. En particular, se entregan detalles del beneficio, población objetivo, criterios de selección de beneficiarios, período de ejecución y la cadena esperada de resultados.

El marco en el cual se llevaron a cabo estos programas es también de la mayor importancia. Hacia el año 2007, el programa Enlaces ya se había transformado en la principal política pública de Chile para reducir la brecha digital. Los servicios que se entregan incluyen equipos computacionales, conectividad, recursos educativos, asistencia técnica y capacitación de docentes. El mecanismo a través del cual se proveen estos servicios es a través de programas, dos de los cuales constituyen nuestro objeto de estudio. De acuerdo con el Índice de Desarrollo Digital Escolar (IDDE) y, en particular, el Censo Nacional de Informática Educativa del año 2009⁹, en el país existían 9181 establecimientos educacionales en el sistema subvencionado, los que constituyen el universo al cual se dirigen los distintos programas.

En el caso del programa “Fondos para banda ancha”, el año 2007 se estimaba que alrededor de un 67 % del universo de estudiantes (EES más particulares) tenían acceso a banda ancha. El plan pretendía conectar gradualmente a todas las escuelas del país, lo que llevó a plantear una meta de conectar 3500 establecimientos para el 2010, con un costo de puesta en marcha de 220000 dólares americanos y un costo anual estimado de 1,7 millones dólares americanos. En la práctica, el año 2010, el plan generó subsidios para 4309 EES con un costo anual del orden de 3,5 millones de dólares americanos.

Por su parte, el programa “TIC en aula” el año 2007 estableció un cronograma preciso de expansión, el que pretendía tener para el 2010 un total de 16000 aulas implementadas. El cronograma específico se muestra en la tabla 1. El subsidio consiste en un *kit* «TIC en aula» que incluye una *notebook*, un proyector multimedia, soporte de empotramiento al techo para proyector multimedia, un equipo de audio y un telón retráctil. Además, se contempla un aporte en dinero del orden de US\$ 400/aula para la habilitación de los espacios, y una asesoría tecnológica gratuita para el EES, que incluye software educativo y entrenamiento para profesores.

⁹<<http://idde.enlaces.cl/index.php>>, visitada el 12 de abril del 2013.

Tabla 1. Plan de cobertura de “TIC en aula”

Años	2007	2008	2009	2010	Total
Aulas Primer Ciclo Básico	3200	3500	1200	0	7900
Aulas Segundo Ciclo Básico	0	3500	3500	1200	8200
Total	3200	7000	4700	1200	16100

Los detalles del funcionamiento de los programas se entregan en las siguientes subsecciones.

3.1 “Fondos para banda ancha” (2006-2010)

El objetivo de este programa es entregar un subsidio para cofinanciar la contratación de Internet de banda ancha en los establecimientos educativos subvencionados (EES), como apoyo a las actividades educativas. Los EES son colegios o escuelas municipales o particulares que reciben un subsidio del Estado de Chile por estudiante matriculado y están regidas por la Ley de Subvenciones (DFL 2 de 1998) ¹⁰.

El programa se ejecutó inicialmente durante el período 2006-2008, y se incorporaron EES rurales en el 2008. Luego, como parte del “Plan Tecnologías para una educación de calidad-Enlaces al Bicentenario (Plan TEC)”, se extendió por dos años adicionales (2009-2010), y concluyó en el año 2011. A partir del 2012 estos subsidios se están implementando en conjunto con la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), bajo el programa “Conectividad para la educación”, cuyo desafío es tener conectados a Internet a todos los establecimientos educativos subvencionados del país en el 2014.

Al inicio del programa, el monto del subsidio se calculó según el nivel socioeconómico del EES en la última prueba SIMCE: 90 % para A (Bajo) o B (Medio bajo) y 70 % para C (Medio alto) o D (Alto). El monto máximo del subsidio fue de 20000 pesos (US\$ 40) por mes para EES urbanos y de 31000 pesos (US\$ 62) por mes para EES rurales y/o EES del extremo sur. En el 2009 se implementó un sistema con copago de los establecimientos beneficiarios según la clasificación de vulnerabilidad y tamaño.¹¹ 5000

¹⁰ Los establecimientos excluidos de esta población objetivo son aquellos particulares con financiamiento 100 % privado.

http://www.comunidadescolar.cl/marco_legal/Normativas/DFL%202%20Ley%20Subvenciones.pdf

¹¹ Se clasificó como establecimiento vulnerable aquel que en su última prueba SIMCE haya sido clasificado en el grupo socioeconómico A (Bajo) o B (Medio bajo). Se clasificó como establecimiento no vulnerable aquel que en su última prueba SIMCE haya sido clasificado en el grupo socioeconómico C (Medio alto) o D (Alto).

pesos (US\$ 10) de copago mensual para los EES vulnerables y 10000 pesos (US\$ 20) para los no vulnerables. El monto máximo de subsidio se estableció en 40000 pesos (US\$ 80) para los vulnerables y grandes o vulnerables y rurales, 33000 pesos (US\$ 66) para los vulnerables y pequeños, 35000 pesos (US\$ 70) para los no vulnerables y grandes o no vulnerables y rurales, y 28000 pesos (US\$ 56) para los no vulnerables y pequeños.

Respecto a las condiciones de participación, todos los EES fueron invitados a participar, pero para postular debían cumplir con los siguientes requisitos: estar incorporados a la red Enlaces; tener contratado y activo el servicio de Internet de banda ancha con cualquier proveedor, no haber recibido beneficios de “Fondos para banda ancha” con anterioridad al año 2004 o beneficios de conectividad de banda ancha del Fondo de Desarrollo de Telecomunicaciones (FDT) del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, no tener sanciones administrativas y estar dispuesto a cumplir con los plazos y exigencias de las bases. Los EES que recibieron los beneficios en un año podían solicitar la continuación del beneficio por los años siguientes, siempre que tuvieran aprobadas las rendiciones de fondos anteriores. En el 2009 se introdujo, además, el requisito de que los EES hayan confirmado su participación en el plan “Tecnologías para una educación de calidad-Cierre brecha digital” el año 2008. En el 2009 también se incorporó como criterio de selección el priorizar a los EES postulantes que atienden a la población más vulnerable.

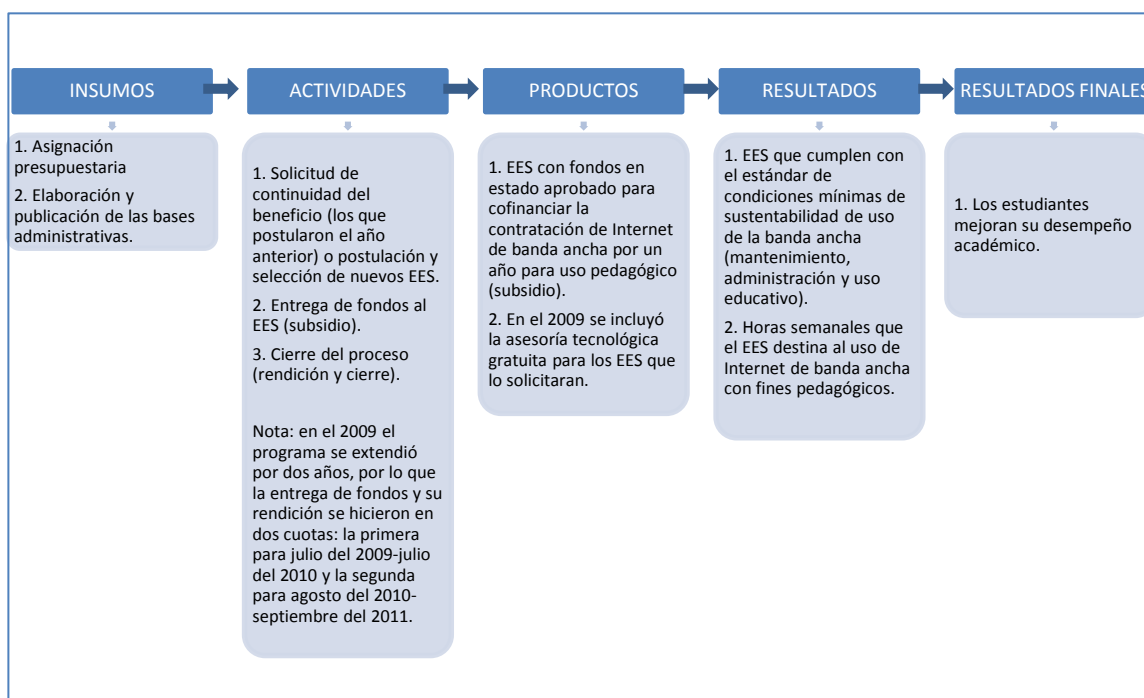
La ilustración 1 presenta la cadena de resultados del programa, de donde se derivan tres niveles posibles de evaluación de impacto:

- ❖ Impacto del programa en el nivel de sustentabilidad del uso de Internet de banda ancha.
- ❖ Impacto del programa en el número de horas semanales destinadas por el EES al uso de Internet con fines pedagógicos.
- ❖ Impacto del programa en el rendimiento académico de los estudiantes.

En este artículo, la evaluación de impacto se concentra en el tercer nivel, esto es, el rendimiento académico de los estudiantes en las pruebas SIMCE nacionales. La razón es la falta de información para evaluar los impactos intermedios, los que requerirían datos de intensidad de uso.

Se clasificó como establecimiento pequeño a aquel que, según estándar 2010, les corresponde un Laboratorio de Computación o ninguno. Se clasifica como establecimiento grande aquel que, según estándar 2010, les corresponde 2 o más Laboratorios de Computación.

Ilustración 1. Cadena de resultados del programa “Fondos para banda ancha” en establecimientos educacionales subvencionados (2006-2010).



3.2 Programa “TIC en aula” (2007-2011)

El programa “TIC en aula” es uno de los proyectos estratégicos del Mineduc que tienen como objetivo contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación y el desarrollo de una cultura digital con calidad, equidad y pertinencia. Específicamente, el programa “TIC en aula” tiene dos objetivos: (1) asegurar una base de recursos tecnológicos y pedagógicos digitales dentro de la sala de clase para los procesos de enseñanza y aprendizaje (Lenguaje, Matemática y Comprensión del Medio Natural); (2) apoyar a los docentes en los cuatro dominios del Marco de la Buena Enseñanza¹². El primer año el programa se focalizó en el primer ciclo básico (1.º a 4.º) de los establecimientos municipales y luego se amplió hacia todos los establecimientos educativos subvencionados, que forman parte de la Ley de Subvención Escolar Preferencial (SEP), del primero y segundo ciclo básico (1.º a 8.º básico) que reciben asistencia técnica del Mineduc. El programa se ejecutó del 2007 al 2010, y se extendió hasta el 2011.

El beneficio consistía en la entrega de un *kit* “TIC en aula” y un *set* de recursos digitales (CD) para apoyar las clases, fondos para cofinanciar la

¹² Los cuatro dominios son las etapas del ciclo completo del proceso educativo: planificación, creación de ambientes propicios para el aprendizaje, enseñanza y, finalmente, evaluación y reflexión.

habilitación de las aulas (US\$ 400/aula), asesoría tecnológica gratuita por la Red de Asistencia Técnica (RATE) y capacitación a los docentes en los cuatro dominios del Marco de la Buena Enseñanza. El kit consistió en un computador portátil o notebook, un proyector multimedia, un soporte de empotramiento al techo para proyector multimedia, un equipo de audio y un telón retráctil.

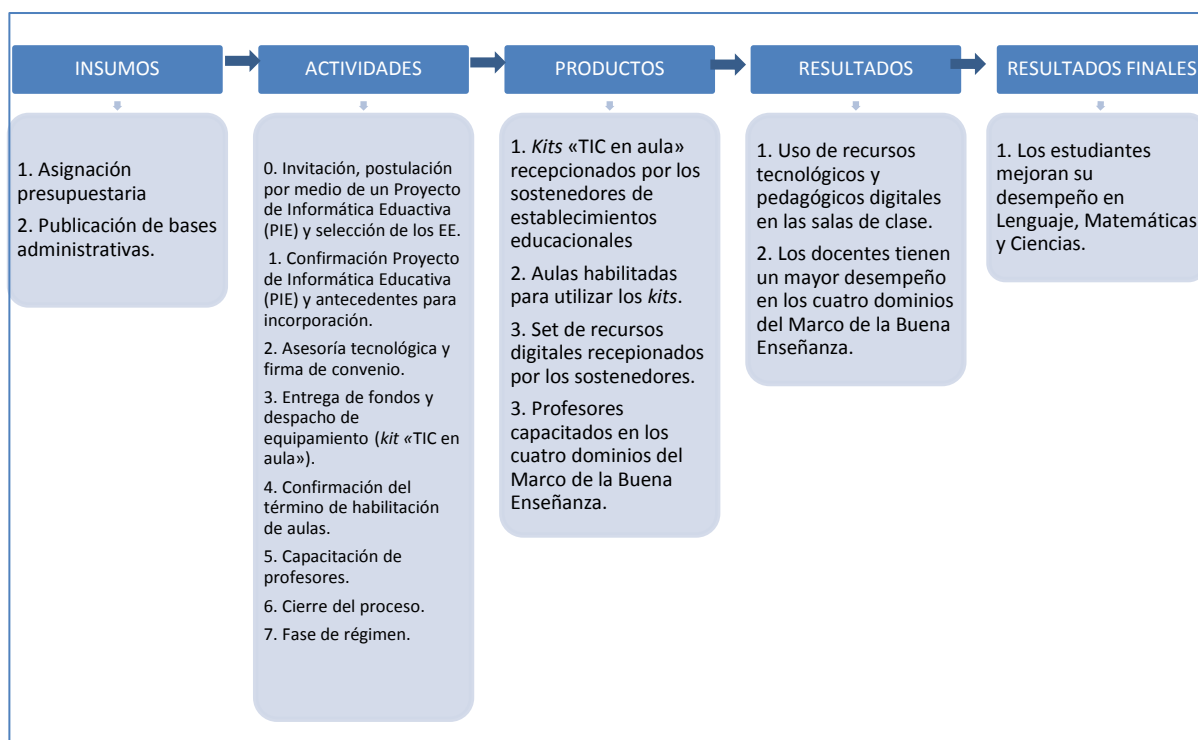
Respecto a la participación en el programa, inicialmente los potenciales establecimientos educativos participantes fueron propuestos por la División General de Educación y luego fueron invitados a postular mediante un Proyecto de Informática Educativa (PIE). Para postular, debían cumplir con dos requisitos: contar con los cursos de 1.° a 8.° básico en funcionamiento (1.° a 4.° básico en el primer año) y con un conjunto de condiciones físicas y de sustentabilidad necesarias para el buen aprovechamiento de la infraestructura informática. Los establecimientos seleccionados debían cumplir con tres tipos de condiciones mínimas: de infraestructura, de habilitación y de sustentabilidad del proyecto. El proceso se llevó a cabo en siete etapas, y se implementó un sistema de revisión y confirmación de la entrega, instalación y habilitación correspondiente. En la fase de régimen, el Mineduc supervisó el cumplimiento y respeto de las condiciones asumidas por la administración del establecimiento educacional con el PIE y el convenio del programa.

La ilustración 2 describe la cadena de resultados del programa. A partir de ella se derivan tres niveles posibles de evaluación de impacto:

- ❖ Impacto del programa en el uso (frecuencia e intensidad) de recursos tecnológicos y pedagógicos digitales en las salas de 1.° a 8.° básico.
- ❖ Impacto del programa en el desempeño de los docentes en los cuatro dominios del Marco de la Buena Enseñanza.
- ❖ Impacto del programa en el desempeño académico de los estudiantes de 1.° a 8.° básico en Lenguaje, Matemáticas y Comprensión del Medio Natural.

Nuevamente, en este artículo, la pregunta de evaluación de impacto se refiere al tercer punto, esto es, el impacto sobre el rendimiento en las pruebas SIMCE, debido a la falta de información para evaluar otros impactos intermedios.

Ilustración 2. Cadena de resultados del programa “TIC en aula” en estudiantes de 1.º a 8.º básico en establecimientos educacionales subvencionados (2007-2011)



4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

4.1 Marco conceptual y datos disponibles

El impacto se estimó siguiendo la cadena de resultados presentados anteriormente (ilustraciones 1 y 2). Por la información disponible, el análisis se centró en los resultados finales, específicamente en los puntajes obtenidos por los estudiantes en la prueba SIMCE de 4.º y 8.º básico en Lenguaje y Matemáticas.

Los resultados de los estudiantes en la prueba SIMCE –que incluye información de contexto de los docentes, estudiantes, padres y apoderados– se combinaron con la información de monitoreo de los programas obtenidos de Enlaces. Con esto se obtuvo, en principio, una base de datos de panel en el nivel de los establecimientos educacionales con por lo menos dos mediciones en el tiempo: una línea de base de 4.º básico y una base de seguimiento de 8.º básico. Al incorporar la información en el nivel de los estudiantes, donde no es factible su identificación y no necesariamente son los mismos estudiantes, se obtuvieron bases de datos de corte transversal repetidas, que se denominaron cohortes, porque se trataba del mismo grupo de estudiantes que rendían la prueba en 4.º y 8.º básico. En este nivel los establecimientos educativos se usaron como clusters. La tabla 2 resume la información disponible que se utilizó como línea de base y el seguimiento en cada uno de los programas. En lo que sigue de este artículo se adopta la opción de evaluar los programas en el nivel de cohortes.

Tabla 2. Información de línea de base y seguimiento de las cohortes evaluadas

Programa	Cohorte de evaluación	Línea de base	Seguimiento
Fondos para banda ancha (2006-2008r)*	2005-2009	SIMCE 4.º básico 2005	SIMCE 8.º básico 2009
TIC en Aula (2007-2011)	2007-2011	SIMCE 4.º básico 2007	SIMCE 8.º básico 2011

* Se excluyeron de la muestra los EES (tratados y controles) que participaron en el período 2009-2010.

En relación con las variables dependientes, se decidió trabajar con puntajes estandarizados para seguir la práctica usual de la literatura. Sin embargo, la tabla 3 resume los niveles alcanzados por la variable antes de la estandarización en las muestras analizadas de cada programa.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas para el puntaje SIMCE.

Programa "Fondos para banda ancha" 2006-2008r					
Variable	Obs.	Promedio	Desv. est.	Mín.	Máx.
Lenguaje	149162	252,45	51,11	98,00	378,08
Matemática	148964	251,42	52,27	90,70	402,42
Lenguaje estandarizado	149162	0,00	1,00	-3,02	2,46
Matemática estandarizado	148964	0,00	1,00	-3,07	2,89

Programa "TIC en aula" 2007-2011					
Variable	Obs.	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Lenguaje	187194	240,76	49,71	104,81	379,35
Matemática	187219	236,30	49,89	87,10	395,66
Lenguaje estandarizado	187194	0,00	1,00	-2,73	2,79
Matemática estandarizado	187219	0,00	1,00	-2,99	3,19

4.2 Descripción de los grupos de estudio

El grupo de tratamiento son los establecimientos educacionales subvencionados que fueron beneficiarios efectivos de cada uno de los programas, es decir, aquellos establecimientos que, de acuerdo con la información de monitoreo de Enlaces, se encontraban en un estado de «Aprobado» en la habilitación, implementación o uso de los servicios/productos entregados. El grupo de control son aquellos establecimientos subvencionados que, cumpliendo con los requisitos de postulación a los programas, no fueron beneficiarios efectivos del programa, ya sea porque no postularon, postularon y no fueron seleccionados, o fueron desaprobados en alguna etapa del proceso.

Ambos grupos fueron identificados y seleccionados de las bases de datos de monitoreo proporcionadas por Enlaces. Los tipos de establecimientos educacionales subvencionados considerados para ambos grupos fueron los siguientes, según cada programa:

- ❖ "Fondos para banda ancha": establecimientos educativos subvencionados particulares o municipales que impartan el ciclo básico y/o educación media.
- ❖ "TIC en Aula": establecimientos educativos subvencionados particulares o municipales que impartan el ciclo básico.

Se excluyeron de ambos grupos aquellos establecimientos educativos subvencionados que no tuvieran puntaje promedio de Lenguaje o

Matemática en el nivel de establecimiento educativo, debido a los criterios definidos por el SIMCE: menos de seis estudiantes o que el número de estudiantes que dieron la prueba no fueran suficientemente representativos del curso respectivo.

5. EL MODELO

De acuerdo con la información de monitoreo de Enlaces, los beneficios no fueron entregados aleatoriamente, sino mediante un proceso de invitación, entrega y monitoreo. Este proceso es una fuente de sesgos de selección y, por la dinámica educativa, se producen variaciones temporales.

En el nivel de los establecimientos educacionales, se estimó, con los datos de la línea de base, un modelo Probit de participación en cada programa:

$$P_i = \alpha_0 + \sum \beta_i R_i + \gamma A_i + \delta DE_i + \sum \varphi_i GSE_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Donde R_i es una variable *dummy* para identificar regiones, A_i es una *dummy* de área (urbana/rural), DE_i es una *dummy* de dependencia (subvencionada versus municipal) y, finalmente, GSE_i es una *dummy* que permite categorizar el grupo socioeconómico del establecimiento educacional. A partir de este modelo se obtuvo la probabilidad de participar en cada programa y, con ello, se graficó el área de soporte común que luego se usó en la estimación de impacto. No fue necesario restringir las muestras por este concepto, pues el soporte de tratados y no tratados en ambos programas fue similar, como se muestra en el anexo 1.

Para cada programa se seleccionó una cohorte de evaluación, conformada por datos de corte transversal repetidos en el nivel de los estudiantes. Dado esto, se planteó un modelo de regresión para estimar el impacto por el método de doble diferencia;¹³ así:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_i + \beta_2 T + \beta_3 P_i T + \sum \beta_{k+3} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Donde:

¹³ Con datos de panel y con dos períodos, el modelo 2 se puede plantear en la forma de diferencia: $\Delta Y_i = \beta_0 + \beta_1 P_i + \sum \beta_{k+1} X_{ki} + v_i$, donde β_1 sería el parámetro de impacto. Para múltiples períodos, el modelo (2) se transformaría en un modelo de efectos fijos:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{it} + \sum \beta_{k+1} X_{kit} + \sum \gamma_N E_N + \sum \delta_T T_T + \varepsilon_{it}$$

Y_{it} = puntaje estandarizado del estudiante i en el período t en una determinada cohorte (2005-2009, 2007-2011) y sector de aprendizaje determinado (Lenguaje o Matemática).

P_i = variable dicotómica que indica el grupo de tratamiento (1) o de control (0) para cada uno de los programas, cuyo parámetro asociado (β_1) mide diferencias en la línea de base.

T es una variable de tiempo (1 = post, 0 = pre), y el parámetro asociado (β_2) mide los cambios en el tiempo.

P_iT es la interacción entre el programa y el tiempo, cuyo parámetro asociado (β_3) mide el impacto real del programa.

X_{kit} = conjunto de variables de control de la línea de base y/o que cambian en el tiempo que pueden afectar la variable de resultado. Se consideraron dos grupos de variables: variables asociadas al establecimiento educacional, tales como la dependencia (municipal, particular subvencionado) y el grupo socioeconómico (bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto); variables asociadas al estudiante y su hogar (género, educación de los padres, ingreso del hogar, número de libros en el hogar, uso de computador en el hogar y conexión a Internet en el hogar).

ε_{it} = término de error

Para estudiar el impacto combinado de ambos programas, se amplió el modelo para incluir los efectos principales y las interacciones:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{1i} + \beta_2 P_{2i} + \beta_3 T + \beta_4 P_{1i} P_{2i} + \beta_5 P_{1i} T + \beta_6 P_{2i} T + \beta_7 P_{1i} P_{2i} T + \sum_{k=7} \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Donde β_5 y β_6 miden el impacto individual de cada programa y β_7 mide el impacto combinado o la interacción de ambos.

Finalmente, se estimaron también los modelos 2 y 3 usando como ponderador el inverso de la probabilidad de participar en cada programa, obtenida del modelo 1. Este método se conoce como «doble diferencia con matching».

6. RESULTADOS

6.1 “Fondos para banda ancha” (2006-2010)

A continuación se presentan los resultados de la estimación de impacto del «Fondo de banda ancha» para una cohorte de alumnos que en el año 2005 estaban en 4.º básico. Se tomaron como línea de base los resultados de la prueba SIMCE de ese año; como seguimiento, se tomaron los resultados de la prueba SIMCE del año 2009, rendida por la misma cohorte de estudiantes en 8.º básico.

Se consideró como participantes en el programa (tratados) a aquellos establecimientos educativos que participaron exclusivamente al menos una vez entre el período 2006-2008. El grupo de control fueron aquellos invitados a participar por Enlaces, pero que no postularon o que después de todo el proceso de selección no recibieron los beneficios.

La tabla 4 presenta una comparación de algunas variables observables de la línea de base en ambos grupos de participantes. Como era de esperarse, solamente en cuatro de las 20 variables incluidas (EE de región metropolitana, EE particular subvencionado vs. municipal, Grupo socioeconómico medio bajo y Hogares con más de 50 libros) no se observan diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y el de control. Ante esta evidencia que muestra que no hay balance entre los grupos, se concluye que no basta con analizar la diferencia simple entre los grupos luego del tratamiento, sino que es necesario realizar un análisis de doble diferencia. Sin embargo, con el fin de garantizar que una aproximación de diferencias en diferencias nos entregará información válida sobre el impacto del programa, se requiere, además, realizar pruebas de tendencias paralelas entre grupos antes de la exposición al programa. Los resultados de dichas pruebas se presentan en el anexo 3 y muestran que, en efecto, no se detectaron tendencias no paralelas entre los grupos.

Las tablas 5 y 6 muestran una comparación directa de los puntajes estandarizados entre los grupos (tratamiento y control) y entre períodos (2005 y 2009) para la muestra restringida (r), esto es, los que efectivamente participaron ya sea del grupo tratado o del grupo de control en el período. Si bien se observan mejores resultados tanto en Lenguaje como en Matemáticas en el grupo tratado que en el grupo de control, la doble diferencia resulta no significativa, lo que sugiere un bajo impacto del programa.

La tabla 7 presenta los resultados de la estimación de impacto del programa en las dos variables de interés: puntaje estandarizado de la prueba SIMCE en Lenguaje y en Matemáticas. Se presentan las especificaciones finales de la ecuación 2 indicada en la metodología bajo dos aproximaciones: diferencia en diferencias estándar y diferencia en diferencias con matching, modelo en el que se ha estimado, mediante un Probit, la probabilidad de que un establecimiento educacional subvencionado participe en el programa. Se ha realizado la estimación ponderando las observaciones por el inverso de dicha probabilidad.¹⁴

Tal y como se aprecia en esta tabla, la variable de impacto (Programa*Tiempo) no resultó ser estadísticamente significativa al 5%. Se confirma, además, una caída en el tiempo en los puntajes de Lenguaje y un alza en Matemáticas, ambos significativos. Se encontró, además, un efecto positivo y significativo para los establecimientos educativos con mayor nivel socioeconómico, para los hogares con mayor ingreso, para la existencia de computador en el hogar, para la presencia de más libros en el hogar y la educación de los padres, teniendo la educación de la madre un mayor efecto. Es interesante notar que el efecto positivo de tener computador en el hogar contrasta con un efecto negativo y significativo de tener Internet. Finalmente, la mujer estudiante tiene un mayor puntaje en Lenguaje, pero menor en Matemáticas, ambos significativos.

¹⁴ Se ha desarrollado un anexo estadístico, disponible a través de los autores, en que se presenta la secuencia de estos modelos de doble diferencia sin y con matching, tanto para Lenguaje como para Matemáticas, donde los modelos seleccionados son precisamente los modelos SM y CM reportados en la tabla 7.

Tabla 4. Balance de la línea de base para el programa “Fondos para banda ancha”: variables de resultado de la prueba SIMCE de 4.° básico en el año 2005

Variable	Control (C)	Tratado (T)	Diferencia (T-C)
Regiones Norte (% EE)	4,98 (0,72)	2,21 (0,49)	-2,77*** (0,87)
Región Metropolitana (% EE)	36,62 (1,60)	39,82 (1,63)	3,21 (2,28)
Regiones Centro (% EE)	25,11 (1,44)	30,20 (1,53)	5,09** (2,10)
Regiones Sur (% EE)	33,30 (1,57)	27,77 (1,49)	-5,53** (2,16)
Áreas urbanas (% EE)	54,76 (1,66)	89,05 (1,04)	34,29*** (1,95)
Dependencia particular subvencionado (% EE)	47,79 (1,66)	52,32 (1,66)	4,54 (2,35)
Grupo socioeconómico bajo (% EE)	29,98 (1,52)	5,53 (0,76)	-24,45*** (1,70)
Grupo socioeconómico medio bajo (% EE)	34,62 (1,58)	37,83 (1,61)	3,21 (2,26)
Grupo socioeconómico medio (% EE)	19,03 (1,31)	33,85 (1,57)	14,82*** (2,04)
Grupo socioeconómico medio alto (% EE)	16,37 (1,23)	22,79 (1,40)	6,42*** (1,86)
Ingreso promedio de los hogares por mes (\$ chilenos)	247781 (1408)	233290 (1097)	-14490*** (1785)
Educación promedio del padre hogar alumno (años)	10,74 (0,02)	10,80 (0,02)	0,06** (0,03)
Educación promedio de la madre hogar alumno (años)	10,68 (0,02)	10,78 (0,02)	0,09** (0,03)
Hogares con más de 50 libros (% alumnos)	12,62 (0,18)	12,28 (0,15)	-0,34 (0,23)
Hogares con computador (% alumnos)	36,70 (0,27)	35,36 (0,23)	-1,34*** (0,35)
Hogares con Internet (% alumnos)	13,01 (0,19)	11,00 (0,15)	-2,01*** (0,24)
Mujeres con puntaje (% alumnos)	48,55 (0,27)	50,28 (0,23)	1,73*** (0,36)
Puntaje Lenguaje y Comunicación (promedio)	253,70 (0,29)	255,86 (0,24)	2,16*** (0,38)
Puntaje Matemática (promedio)	245,43 (0,30)	247,86 (0,25)	2,16*** (0,38)
Puntaje Comprensión del Medio (promedio)	255,52 (0,29)	257,46 (0,24)	1,93*** (0,38)
Número de establecimientos	904	904	
Número de alumnos con puntaje	33443	46082	

*** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

Tabla 5. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Lenguaje

Programa FBA 2006-2008r	2005	2009	Diferencia
Control	0,025 (0,005)	-0,089 (0,006)	-0,114*** (0,008)
Tratado	0,067 (0,005)	-0,032 (0,005)	-0,099*** (0,007)
Diferencia	0,042*** (0,007)	0,057*** (0,008)	0,015 (0,010)

Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

Tabla 6. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Matemáticas

Programa FBA 2006-2008r	2005	2009	Diferencia
Control	-0,115 (0,005)	0,077 (0,006)	0,192*** (0,008)
Tratado	-0,068 (0,005)	0,118 (0,005)	0,186*** (0,007)
Diferencia	0,046*** (0,007)	0,042*** (0,008)	-0,005 (0,010)

Errores estándar entre paréntesis. *** p<0,01; ** p<0,05; * p<0,1.

En el anexo 2 se provee un análisis gráfico, complementario a las tablas 5 y 6, asociado a la comparación directa entre grupos, antes y después del tratamiento.

Tabla 7. Estimación del impacto de “Fondos para banda ancha” en pruebas SIMCE: modelos finales (Puntajes estandarizados)

Variable	Lenguaje		Matemáticas	
	Modelo SM	Modelo CM	Modelo SM	Modelo CM
FBA X año	0,03	-0,003	0,005	-0,013
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
FBA 2006-2008r	0,02	0,022	0,033	0,036
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Año	-0,154***	-0,128***	0,160***	0,173***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Área urbana	-0,169***	-0,146***	-0,134***	-0,104***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,03)
EE P. subv.	0,02	0,004	0,036	0,024
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Grupo soc. medio bajo	0,074**	0,104***	0,089***	0,122***
	(0,02)	(0,03)	(0,03)	(0,03)
Grupo soc. medio	0,337***	0,378***	0,362***	0,406***
	(0,03)	(0,03)	(0,03)	(0,04)
Grupo soc. medio alto	0,553***	0,595***	0,601***	0,643***
	(0,03)	(0,04)	(0,04)	(0,04)
Ingreso hogar (ln\$)	0,042***	0,046***	0,057***	0,060***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Educ. padre (años)	0,020***	0,020***	0,019***	0,020***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Educ. madre (años)	0,027***	0,025***	0,025***	0,024***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Libros hogar (1 a 10)	0,096***	0,105***	0,082***	0,089***
	(0,01)	(0,02)	(0,01)	(0,01)
Libros hogar (11 a 50)	0,216***	0,229***	0,190***	0,202***
	(0,01)	(0,02)	(0,01)	(0,02)
Libros hogar (51 a 100)	0,302***	0,317***	0,271***	0,281***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Libros hogar (> 100)	0,365***	0,371***	0,333***	0,335***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Computador hogar	0,079***	0,081***	0,072***	0,076***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Internet hogar	-0,042***	-0,050***	-0,029**	-0,034**
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Estudiante mujer	0,169***	0,170***	-0,120***	-0,112***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Constante	-1,503***	-1,610***	-1,681***	-1,800***
	(0,09)	(0,09)	(0,11)	(0,11)
R2	0,152	0,16	0,169	0,183
Control Regiones	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor-p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	110888	110888	111275	111275

Errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educativo (EE). * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001. SM: Modelo de diferencia en diferencias sin matching. CM: Modelo de diferencia en diferencias con matching, ponderando por el inverso de la probabilidad de participar, usando un modelo Probit en el nivel de los EE.

6.2 “TIC en el aula” (2007-2011)

En esta sección se presentan los resultados de la estimación de impacto del programa “TIC en aula” para una cohorte de alumnos que, en el año 2007, estaban en 4.º básico. Se tomaron como línea de base los resultados de la prueba SIMCE de ese año y, como seguimiento, los resultados de la prueba SIMCE del año 2011, rendida por la misma cohorte de estudiantes en 8.º básico.

Se consideró como participantes en el programa (tratados) a aquellos establecimientos educativos que participaron al menos una vez entre el período 2007-2011. El grupo de control estuvo constituido por aquellos invitados a participar por Enlaces, pero que no postularon o, después de todo el proceso de selección, no recibieron los beneficios.

La tabla 8 presenta una comparación de algunas variables observables de la línea de base en ambos grupos de participantes. En este caso, solamente en 6 de las 19 variables incluidas (Regiones Norte, Grupo socioeconómico medio alto, Hogares con más de 50 libros, Hogares con computador, Hogares con Internet y Mujeres con puntaje) no se observan diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y el de control. Al igual que en el caso del programa anterior, esta evidencia muestra que no hay balance entre los grupos de tratamiento y control, lo que implica que no basta con analizar la diferencia simple entre los grupos luego del tratamiento, sino que hay que realizar un análisis de doble diferencia. Para garantizar que una aproximación de diferencias en diferencias es apropiada, falta, sin embargo, realizar pruebas de tendencias paralelas antes de la exposición al programa. Los resultados de dichas pruebas se presentan en el anexo 3 y muestran que, en efecto, no se detectan tendencias no paralelas entre los grupos.

Las tablas 9 y 10 muestran una comparación directa de los puntajes estandarizados entre los grupos (tratamiento y control) y entre períodos (2007 y 2011). Los datos sugieren que en Matemáticas se habría producido una mejora en el rendimiento en el período y un descenso en Lenguaje. Se observa, además, que existe una diferencia significativa en el rendimiento de los grupos a favor del grupo tratado, pero el efecto neto del programa no sería significativo.

La tabla 11 presenta los resultados de la estimación de impacto del programa «TIC en aula» en las variables de interés: puntaje estandarizado de la prueba SIMCE en Lenguaje y Matemáticas. Al igual que en el caso de «Fondos para banda ancha», se reportan las especificaciones finales de la

ecuación 2 indicada en la metodología bajo dos aproximaciones: diferencia en diferencias estándar y diferencia en diferencias con matching (modelos SM y CM, respectivamente). En este último caso, se ha estimado, mediante un Probit, la probabilidad de que un establecimiento educacional subvencionado participe en el programa, y se ha realizado la estimación ponderando las observaciones por el inverso de dicha probabilidad.¹⁵

Tal y como se aprecia en la tabla, tanto para Lenguaje como para Matemáticas, la variable de impacto (Programa*Tiempo) resultó ser positiva, pero no significativa al 5%, en los modelos de doble diferencia sin y con matching. No se detectaron diferencias significativas entre grupos, pero sí se aprecia una caída en el tiempo en los puntajes de Lenguaje y un alza en Matemáticas, ambos significativos. Se encontró, además, un efecto positivo y significativo para los establecimientos educativos con mayor nivel socioeconómico, con mayor ingreso, con acceso a computador en el hogar, con presencia de más libros en el hogar y con la educación de los padres, teniendo la educación de la madre un mayor efecto. Es interesante notar que nuevamente el efecto positivo de tener computador en el hogar contrasta con un efecto negativo y significativo de tener acceso a Internet. La mujer estudiante tiene un mayor puntaje en Lenguaje, pero menor en Matemáticas, ambos significativos. Finalmente, la pertenencia del establecimiento a un área urbana tiene un efecto negativo y significativo.

¹⁵ En el anexo estadístico, disponible a través de los autores, se presenta la secuencia de estos modelos de doble diferencia sin y con matching, tanto para Lenguaje como para Matemáticas, donde los modelos seleccionados son precisamente los modelos SM y CM reportados en la tabla 11.

Tabla 8. Balance de la línea de base para el programa "TIC en aula": variables de resultado de la prueba SIMCE de 4.° básico en el año 2007

Variable	Control (C)	Tratado (T)	Diferencia (T-C)
Regiones Norte (% EE)	6,63 (0,60)	8,28 (0,95)	1,66 (1,12)
Región Metropolitana (% EE)	22,40 (1,01)	18,22 (1,33)	-4,18** (1,67)
Regiones Centro (% EE)	39,30 (1,18)	28,40 (1,55)	-10,89*** (1,95)
Regiones Sur (% EE)	31,67 (1,13)	45,09 (1,71)	13,42*** (2,05)
Áreas urbanas (% EE)	57,13 (1,20)	75,74 (1,47)	18,61*** (1,90)
Grupo socioeconómico bajo (% EE)	32,55 (1,13)	18,70 (1,34)	-13,85*** (1,76)
Grupo socioeconómico medio bajo (% EE)	49,21 (1,21)	55,86 (1,71)	6,65*** (2,09)
Grupo socioeconómico medio (% EE)	16,77 (0,90)	23,67 (1,46)	6,89*** (1,72)
Grupo socioeconómico medio alto (% EE)	1,47 (0,29)	1,78 (0,45)	0,31 (0,54)
Ingreso promedio de los hogares por mes (\$ chilenos)	206268 (778)	203729 (971)	-2539** (1245)
Educación promedio del padre hogar alumno (años)	9,90 (0,01)	10,05 (0,02)	0,16*** (0,02)
Educación promedio de la madre hogar alumno (años)	9,82 (0,01)	9,96 (0,02)	0,14*** (0,02)
Hogares con más de 50 libros (% alumnos)	7,40 (0,10)	7,40 (0,12)	0,00 (0,16)
Hogares con computador (% alumnos)	34,07 (0,19)	34,63 (0,25)	0,56 (0,31)
Hogares con Internet (% alumnos)	11,30 (0,13)	11,39 (0,17)	0,09 (0,21)
Mujeres con puntaje (% alumnos)	49,13 (0,20)	49,03 (0,25)	-0,10 (0,32)
Puntaje Lenguaje y Comunicación (promedio)	239,76 (0,21)	243,89 (0,26)	4,12*** (0,33)
Puntaje Matemática (promedio)	229,54 (0,22)	233,60 (0,28)	4,05*** (0,35)
Puntaje Comprensión del Medio (promedio)	234,11 (0,19)	237,88 (0,24)	3,76*** (0,31)
Número de establecimientos	1553	833	
Número de alumnos con puntaje	61923	38020	

Errores estándar entre paréntesis. *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Tabla 9. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Lenguaje

Programa «TIC en Aula» 2007-2011r	2007	2011	Diferencia
Control	-0,020 (0,004)	-0,044 (0,004)	-0,024*** (0,006)
Tratado	0,063 (0,005)	0,035 (0,005)	-0,028*** (0,007)
Diferencia	0,083*** (0,007)	0,079*** (0,007)	-0,004 (0,010)

Errores estándar entre paréntesis. *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

Tabla 10. Tabla cruzada de promedios estandarizados: Matemáticas

Programa «TIC en aula» 2007-2011r	2007	2011	Diferencia
Control	-0,135 (0,004)	0,092 (0,004)	0,227*** (0,006)
Tratado	-0,054 (0,005)	0,164 (0,005)	0,218*** (0,007)
Diferencia	0,081*** (0,006)	0,072*** (0,007)	-0,009 (0,009)

Errores estándar entre paréntesis. *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,1.

En el anexo 2 se provee un análisis gráfico, complementario a las tablas 9 y 10, asociado a la comparación directa entre grupos, antes y después del tratamiento.

Tabla 11. Estimación del impacto de “TIC en aula” en la prueba SIMCE: modelos finales (puntajes estandarizados)

Variable	Lenguaje		Matemáticas	
	Modelo SM	Modelo CM	Modelo SM	Modelo CM
«TIC en aula» X año	0,023	0,037	0,023	0,035
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
«TIC en aula» 2007-2011	0,021	0,012	0,023	0,005
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Año	-0,100***	-0,106***	0,144***	0,144***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Área urbana	-0,204***	-0,212***	-0,155***	-0,160***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Grupo soc. medio bajo	0,035	0,039	0,040*	0,045
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Grupo soc. medio	0,190***	0,204***	0,214***	0,221***
	(0,02)	(0,03)	(0,02)	(0,03)
Grupo soc. medio alto	0,509***	0,530***	0,626***	0,650***
	(0,06)	(0,06)	(0,06)	(0,07)
Ingreso hogar (ln\$)	0,038***	0,038***	0,056***	0,055***
	(0,001)	(0,01)	(0,001)	(0,01)
Educ. padre (años)	0,018***	0,017***	0,016***	0,016***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Educ. madre (años)	0,028***	0,027***	0,030***	0,030***
	(0,001)	(0,001)	(0,001)	(0,001)
Libros hogar (1 a 10)	0,085***	0,080***	0,095***	0,096***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Libros hogar (11 a 50)	0,201***	0,195***	0,219***	0,216***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Libros hogar (51 a 100)	0,310***	0,306***	0,322***	0,320***
	(0,01)	(0,02)	(0,01)	(0,02)
Libros hogar (> 100)	0,370***	0,363***	0,381***	0,386***
	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Computador hogar	0,177***	0,175***	0,197***	0,197***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Internet hogar	-0,046***	-0,042***	-0,085***	-0,086***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Estudiante mujer	0,199***	0,199***	-0,096***	-0,094***
	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
Constante	-1,375***	-1,354***	-1,618***	-1,591***
	(0,07)	(0,07)	(0,07)	(0,08)
R2	0,105	0,105	0,117	0,118
Control regiones	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	133413	133413	134044	134044

Errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educacional. * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001. SM: modelo de diferencia en diferencias sin matching. CM: modelo de diferencia en diferencias con matching, ponderando por el inverso de la probabilidad de participar, usando un modelo Probit en el nivel de establecimientos educacionales.

6.3 Efecto de la interacción de los programas

Ante la ausencia de impactos significativos de los programas por separado, cabía preguntarse si era factible que existiera un impacto significativo de la interacción entre ambos programas. La tabla 12 muestra los principales resultados obtenidos con una muestra construida con la cohorte 2005-2009. Análogamente, la tabla 13 presenta los resultados para la cohorte 2007-2011. Se observa que la interacción no resulta significativa. Se confirman, además, los principales resultados de las secciones anteriores.

Tabla 12. Efecto de la interacción de “Fondos para banda ancha” (FBA) y “TIC en aula”, cohorte 4.º básico en el 2005 y 8.º básico en el 2009

Variable	Lenguaje		Matemáticas	
	Modelo SM	Modelo CM	Modelo SM	Modelo CM
FBA X «TIC en aula» X año	-0,046 (0,08)	-0,169 (0,13)	-0,079 (0,10)	-0,158 (0,12)
FBA X año	0,054 (0,04)	0,023 (0,05)	0,024 (0,04)	-0,013 (0,06)
«TIC en aula» X año	-0,069 (0,06)	0,047 (0,08)	-0,012 (0,08)	0,005 (0,07)
FBA 2006-2008r	-0,036 (0,03)	-0,088 (0,05)	-0,022 (0,03)	-0,062 (0,05)
«TIC en aula» 2007-2009r	0,023 (0,06)	0,106 (0,18)	0,024 (0,07)	0,112 (0,15)
Año	-0,121*** (0,03)	-0,124** (0,04)	0,122*** (0,03)	0,147** (0,05)
FBA X «TIC en aula»	-0,022 (0,08)	-0,079 (0,18)	0,039 (0,09)	0,018 (0,17)
Área urbana	-0,183*** (0,03)	-0,166*** (0,05)	-0,142*** (0,03)	-0,119* (0,05)
Grupo soc. medio bajo	0,065* (0,03)	0,152** (0,05)	0,057 (0,03)	0,156** (0,05)
Grupo soc. medio	0,320*** (0,04)	0,424*** (0,06)	0,314*** (0,04)	0,453*** (0,07)
Grupo soc. medio alto	0,740*** (0,09)	0,838*** (0,10)	0,799*** (0,11)	0,958*** (0,13)
Ingreso hogar (ln\$)	0,052*** (0,01)	0,077*** (0,02)	0,067*** (0,01)	0,074*** (0,02)
Educ. padre (años)	0,024*** (0,001)	0,018*** (0,001)	0,023*** (0,001)	0,014*** (0,001)
Educ. madre (años)	0,028*** (0,001)	0,025*** (0,01)	0,028*** (0,001)	0,024*** (0,001)
Libros hogar (1 a 10)	0,074*** (0,02)	0,057 (0,05)	0,066*** (0,02)	0,039 (0,04)
Libros hogar (11 a 50)	0,208*** (0,02)	0,240*** (0,06)	0,173*** (0,02)	0,209*** (0,04)
Libros hogar (51 a 100)	0,277*** (0,03)	0,334*** (0,06)	0,265*** (0,03)	0,285*** (0,05)

Libros hogar (> 100)	0,315*** (0,03)	0,343*** (0,06)	0,280*** (0,03)	0,328*** (0,05)
Computador hogar	0,064*** (0,01)	0,04 (0,03)	0,079*** (0,01)	0,069* (0,03)
Internet hogar	-0,040* (0,02)	-0,065* (0,03)	-0,043* (0,02)	-0,076** (0,03)
Estudiante mujer	0,179*** (0,01)	0,155*** (0,02)	-0,114*** (0,01)	-0,111*** (0,02)
Constante	-1,712*** (0,17)	-1,955*** (0,31)	-1,714*** (0,16)	-1,698*** (0,30)
R2	0,12	0,112	0,124	0,126
Control regiones	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor-p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	36826	36826	36936	36936

Errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educativo. * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001. SM: modelo de diferencia en diferencias sin matching. CM: modelo de diferencia en diferencias con matching, ponderando por el inverso de la probabilidad de participar, usando un modelo Probit en el nivel de establecimiento educacional.

Tabla 13. Efecto de la interacción de “Fondos para banda ancha” (FBA) y “TIC en aula”, cohorte 4.º básico en el 2007 y 8.º básico en el 2011

Variable	Lenguaje		Matemáticas	
	Modelo SM	Modelo CM	Modelo SM	Modelo CM
FBA X «TIC en aula» X año	0,053 (0,08)	0,049 (0,09)	0,012 (0,09)	-0,037 (0,10)
FBA X año	0,067 (0,04)	0,082 (0,05)	0,082* (0,04)	0,098* (0,05)
«TIC en aula» X año	0,046 (0,06)	0,078 (0,06)	0,017 (0,07)	0,061 (0,07)
FBA 2009-2010r	-0,079* (0,03)	-0,093* (0,04)	-0,056 (0,04)	-0,082 (0,05)
«TIC en aula» 2007-2011	0,074 (0,05)	0,047 (0,05)	0,081 (0,07)	0,036 (0,07)
Año	-0,177*** (0,03)	-0,191*** (0,03)	0,079** (0,03)	0,072* (0,03)
FBA X «TIC en aula»	-0,144* (0,07)	-0,081 (0,08)	-0,166 (0,09)	-0,099 (0,10)
Área urbana	-0,125*** (0,03)	-0,117** (0,04)	-0,070* (0,04)	-0,028 (0,04)
Grupo soc. medio bajo	0,032 (0,03)	0,003 (0,03)	0,05 (0,03)	0,001 (0,03)
Grupo soc. medio	0,207*** (0,05)	0,184** (0,06)	0,218*** (0,05)	0,178** (0,06)
Grupo soc. medio alto	0,803*** (0,09)	0,779*** (0,10)	0,950*** (0,08)	0,911*** (0,09)
Ingreso hogar (ln\$)	0,026** (0,01)	0,029* (0,01)	0,042*** (0,01)	0,046*** (0,01)
Educ. padre (años)	0,017*** (0,001)	0,016*** (0,001)	0,015*** (0,001)	0,014*** (0,001)
Educ. madre (años)	0,032*** (0,001)	0,030*** (0,001)	0,034*** (0,001)	0,033*** (0,001)

Libros hogar (1 a 10)	0,092*** (0,02)	0,078** (0,02)	0,091*** (0,02)	0,091*** (0,03)
Libros hogar (11 a 50)	0,205*** (0,02)	0,201*** (0,03)	0,223*** (0,02)	0,218*** (0,03)
Libros hogar (51 a 100)	0,310*** (0,03)	0,304*** (0,04)	0,327*** (0,03)	0,319*** (0,03)
Libros hogar (> 100)	0,382*** (0,03)	0,390*** (0,04)	0,416*** (0,04)	0,436*** (0,04)
Computador hogar	0,200*** (0,01)	0,196*** (0,02)	0,212*** (0,01)	0,209*** (0,02)
Internet hogar	-0,059*** (0,02)	-0,067*** (0,02)	-0,102*** (0,02)	-0,108*** (0,02)
Estudiante mujer	0,213*** (0,01)	0,206*** (0,01)	-0,081*** (0,01)	-0,089*** (0,01)
Constante	-1,190*** (0,16)	-1,154*** (0,18)	-1,501*** (0,18)	-1,428*** (0,20)
R2	0,122	0,132	0,138	0,151
Control Regiones	Sí	Sí	Sí	Sí
Valor-p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	31204	31204	31372	31372

Errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educativo. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$. SM: modelo de diferencia en diferencias sin matching. CM: modelo de diferencia en diferencias con matching, ponderando por el inverso de la probabilidad de participar, usando un modelo Probit en el nivel de establecimiento educacional.

6.4 Identificación de efectos heterogéneos

En esta sección nos concentramos en estudiar si la no significancia en el impacto de los programas por separado puede revertirse en muestras específicas de establecimientos educacionales subvencionados. En la tabla 14 se entregan los resultados de este ejercicio al analizar el programa “Fondos para banda ancha”, mientras que en la tabla 15 se reportan los resultados para “TIC en aula”.

Los resultados para la muestra total en las tablas 14 y 15 obviamente coinciden con los reportados en los modelos con *matching* de las tablas 7 y 11, respectivamente.

Tabla 14. Efectos del programa “Fondos para banda ancha” en muestras específicas (Resultados de modelos finales con *matching*)

Muestra	Cohorte: 2005-2009	
	Lenguaje	Matemáticas
Total	-0,003 (0,021)	-0,013 (0,022)
R. M.	0,042 (0,030)	-0,004 (0,033)
Regiones	-0,068* (0,028)	-0,026 (0,027)
Área urbana	0,038	0,008

	(0,023)	(0,026)
Área rural	-0,122*	-0,129*
	(0,059)	(0,060)
EE part. subvencionado	-0,009	-0,016
	(0,028)	(0,030)
EE municipalizado	0,002	-0,012
	(0,031)	(0,031)
Grupo soc. medio o medio alto	0,012	-0,021
	(0,029)	(0,032)
Grupo soc. bajo o medio bajo	-0,021	-0,034
	(0,031)	(0,035)
Con computador hogar	0,013	0,003
	(0,025)	(0,028)
Sin computador hogar	-0,029	-0,037
	(0,026)	(0,026)
Con Internet hogar	0,032	0,020
	(0,034)	(0,037)
Sin Internet hogar	-0,037	-0,038
	(0,023)	(0,023)

Entre paréntesis los errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educativo.

* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

Tabla 15. Efectos del programa “TIC en aula” en muestras específicas (Resultados de modelos finales con *matching*)

Muestra	Cohorte: 2007-2011	
	Lenguaje	Matemáticas
Total	0,037	0,035
	(0,020)	(0,021)
R. M.	0,067	0,058
	(0,043)	(0,047)
Regiones	0,017	0,024
	(0,022)	(0,022)
Área urbana	0,024	0,034
	(0,022)	(0,023)
Área rural	0,104*	0,044
	(0,046)	(0,049)
Grupo soc. medio o medio alto	-0,001	0,047
	(0,045)	(0,047)
Grupo soc. bajo o medio bajo	0,056*	0,037
	(0,024)	(0,025)
Con computador hogar	0,029	0,036
	(0,024)	(0,025)
Sin computador hogar	0,045	0,024
	(0,024)	(0,025)
Con Internet hogar	0,045	0,028
	(0,036)	(0,038)
Sin Internet hogar	0,042*	0,035
	(0,021)	(0,022)

Entre paréntesis los errores estándar ajustados por efecto de cluster de establecimiento educativo.* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

La tabla 14 muestra que en regiones y en zonas rurales, el impacto del programa "Fondos para banda ancha" es negativo y significativo al 5%, con excepción del efecto en Matemáticas en regiones, el que resulta negativo pero no significativo. Una situación distinta se observa en la tabla 15, donde en áreas rurales, grupos socioeconómico bajo y medio bajo y hogares sin Internet, el programa "TIC en aula" muestra impactos positivos y significativos al 5% en Lenguaje, pero resultados no significativos para ninguna muestra en Matemáticas.

7. CONCLUSIÓN

En este artículo se ha estimado el impacto de dos iniciativas del Ministerio de Educación de Chile (Mineduc): “Fondos para banda ancha” (2006-2010) y “TIC en aula” (2007-2011) sobre el rendimiento de los estudiantes en las pruebas nacionales establecidas por el SIMCE, disponible desde 1998. Se utilizaron técnicas tradicionales de evaluación de impacto de programas, diferencia en diferencias sin y con matching, corrigiendo por factores asociados a variables observables y no observables. Los resultados muestran que no ha sido posible identificar un impacto significativo de estos programas, ni por separado ni en forma conjunta. Sin embargo, un análisis para grupos específicos reveló que “TIC en aula” tiene un impacto positivo y significativo en la enseñanza de lenguaje en áreas rurales, grupos socioeconómicos bajo y medio bajo y en alumnos provenientes de un hogar sin acceso a Internet.

El análisis provee información más allá de estos programas, pues el acceso a Internet en el hogar muestra, en general, un impacto negativo sobre el rendimiento, no así el disponer de computador en el hogar, que tiene un impacto positivo y significativo. Estos resultados son, además, consistentes con los reportados por Belo et al. (2010) para Portugal, quienes muestran que, aunque la conectividad efectivamente genere un mayor grado de eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los resultados en las pruebas pueden caer debido a que los estudiantes se distraen.

Por otra parte, los establecimientos educacionales de mayor nivel socioeconómico, así como los estudiantes provenientes de hogares con mayores ingresos, mayor educación de los padres, más libros y con acceso a computador obtienen mejores resultados en el SIMCE. Finalmente, las mujeres muestran una clara tendencia a un mayor rendimiento en Lenguaje y menor en Matemáticas en comparación con los hombres.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aker, J., C. Ksoll y T. Lybbert (2012). «Can Mobile Phones Improve Learning? Evidence from a Field Experiment in Niger». *American Economic Journal: Applied Economics*, 4 (4), pp. 94-120.

Angrist, J. y V. Lavy (2002). «New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning». *Economic Journal* 112, pp. 735-765.

Belo, R., P. Ferreira y R. Telang (2010). *The Effects of Broadband in Schools: Evidence from Portugal*. Working paper. Carnegie Mellon University, IST y FCEE.

Carrillo, P., M. Onofa y J. Ponce (2010). *Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador*. IDB Working Paper Series, IDB-WP-223.

Claro, M. (2010). *Impacto de las TIC en los aprendizajes de los estudiantes. Estado del arte*. Documento de Proyecto, CEPAL.

Cristia, J., A. Czerwonko y P. Garofalo (2010). *Does ICT Increase Years of Education? Evidence from Peru*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, Office of Evaluation and Oversight.

Davidson, C. y M. Santorelli (2010). *The Impact of Broadband on Education*. The Advanced Communications Law & Policy Institute at New York Law School. A study commissioned by the U. S. Chamber of Commerce.

Goolsbee, A. y J. Guryan (2002). *The Impact of Internet Subsidies in Public Schools*. Working Paper 9090, NBER.

Kenny, C. (2011). *Overselling Broadband: A Critique of the Recommendations of the Broadband Commission for Digital Development*. Essay, Center for Global Development.

Leuven, E., M. Lindahl, H. Oosterbeek y D. Webbink (2007). «The Effect of Extra Funding for Disadvantaged Pupils on Achievement». *The Review of Economics and Statistics* 89, 4, pp. 721-736.

Machin, S., S. McNally y O. Silva (2006). *New Technology in Schools: Is There a Payoff?* CEE DP 55, Centre for the Economics of Education, London School of Economics.

Rodríguez, P., M. Nussbaum y L. Dombrowskaia (2012). «ICT for Education: A Conceptual Framework for the Sustainable Adoption of Technology-Enhanced Learning Environments in Schools». *Technology, Pedagogy and Education* 21, 3, pp. 291-315.

Román, M. y F. Murillo (2012). *Learning Environments with Technological Resources: A Look at their Contribution to Student Performance in Latin American Elementary Schools*. Educational Tech Research Dev.

Rouse, C. y A. Krueger (2004). «Putting Computerised Instruction to the Test: A Randomized Evaluation of a 'Scientifically Based' Reading Program». *Economics of Education Review* 23, 4, pp. 323-338.

Scheuermann F. y F. Pedró (2009). *Assessing the Effects of ICT in Education: Indicators, Criteria and Benchmarks for International Comparisons*. European Union/OECD.

Spiezia, V. (2010). «Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level evidence from PISA». *OECD Journal: Economic Studies* 7, 1, pp. 1-22.

Sprietsma, M. (2012). «Computers as Pedagogical Tools in Brazil: A Pseudo-panel Analysis». *Education Economics* 20, 1, pp. 19-32.

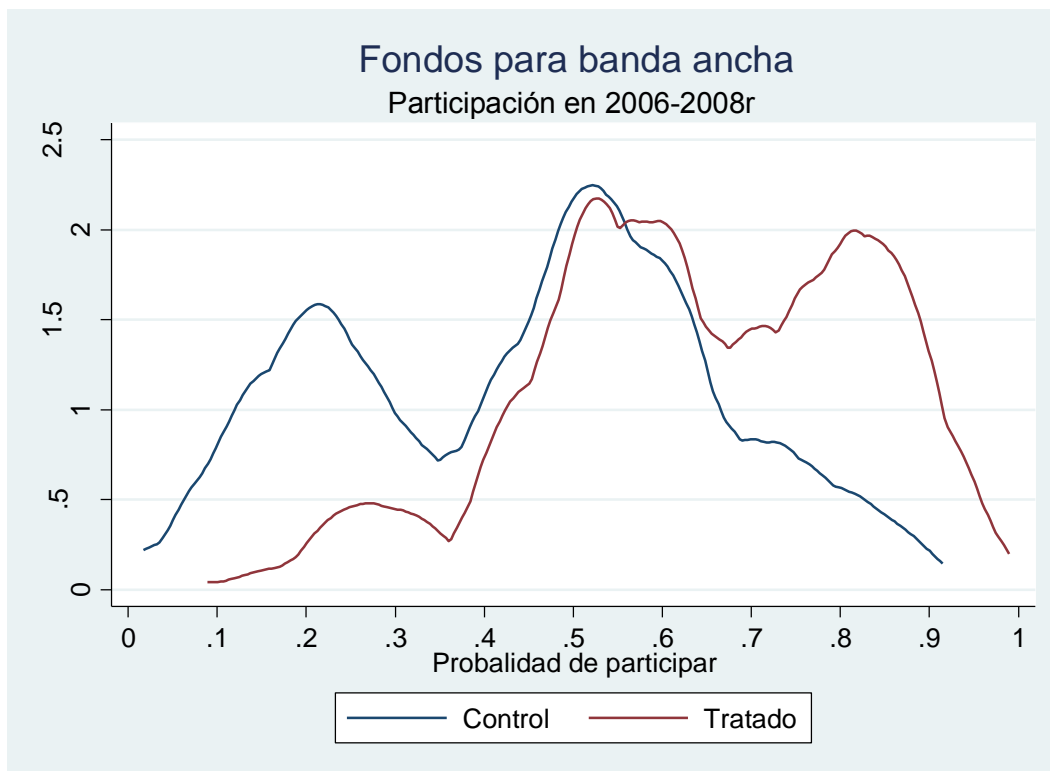
Underwood, J., A. Ault, P. Banyard, K. Bird, G. Dillon, M. Hayes, I. Selwood, B. Somekh y P. Twining (2005). *The Impact of Broadband in Schools*. Nottingham Trent University.

ANEXO 1: MODELOS DE PARTICIPACIÓN Y ÁREAS DE SOPORTE COMÚN

Participación en «Fondos para Banda Ancha» (2006-2008r)

Probit regression Number of obs = 81864
LR chi2(17) = 11608.49
Prob > chi2 = 0.0000
 Log likelihood = -49651.478 Pseudo R2 = 0.1047

pfba_0608r	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_Iidregion_2	-.2117692	.0528778	-4.00	0.000	-.3154077 -.1081307
_Iidregion_3	-.5923154	.0663192	-8.93	0.000	-.7222986 -.4623321
_Iidregion_4	-.1049752	.0418177	-2.51	0.012	-.1869364 -.0230141
_Iidregion_5	1.217804	.0351272	34.67	0.000	1.148956 1.286652
_Iidregion_6	.8921947	.0351568	25.38	0.000	.8232887 .9611007
_Iidregion_7	.5026183	.0399769	12.57	0.000	.424265 .5809716
_Iidregion_8	.7535155	.0348477	21.62	0.000	.6852152 .8218158
_Iidregion_9	.7046498	.0374507	18.82	0.000	.6312479 .7780517
_Iidregion_10	.8966655	.0341622	26.25	0.000	.8297088 .9636222
_Iidregion_11	1.652946	.0957463	17.26	0.000	1.465286 1.840605
_Iidregion_12	2.109757	.1512004	13.95	0.000	1.813409 2.406104
_Iidregion_13	.170832	.0300719	5.68	0.000	.1118921 .2297719
urb	.7678438	.0179347	42.81	0.000	.7326924 .8029953
eepsub_05	-.2538223	.0117839	-21.54	0.000	-.2769183 -.2307263
gsemedbajo_05	.7811247	.0241556	32.34	0.000	.7337806 .8284688
gsemedio_05	.9532079	.0257375	37.04	0.000	.9027633 1.003653
gsemedalto_05	.7247417	.0268936	26.95	0.000	.6720313 .7774521
_cons	-1.518652	.0375756	-40.42	0.000	-1.592299 -1.445005

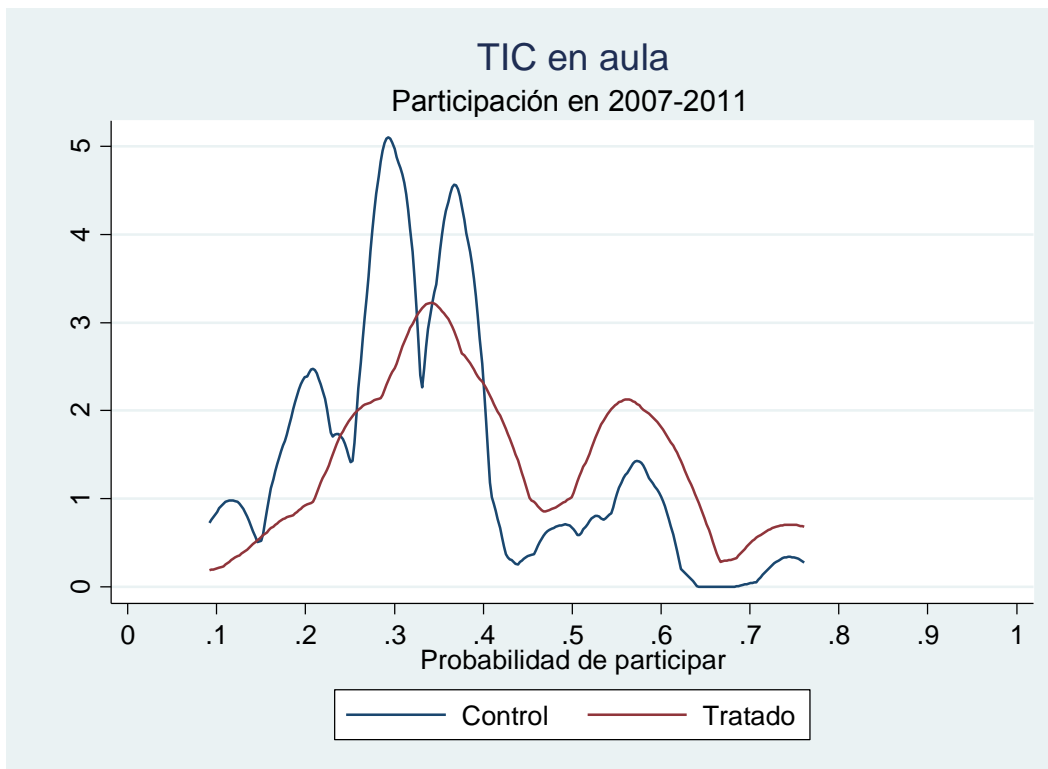


Participación en «TIC en aula» (2007-2011)

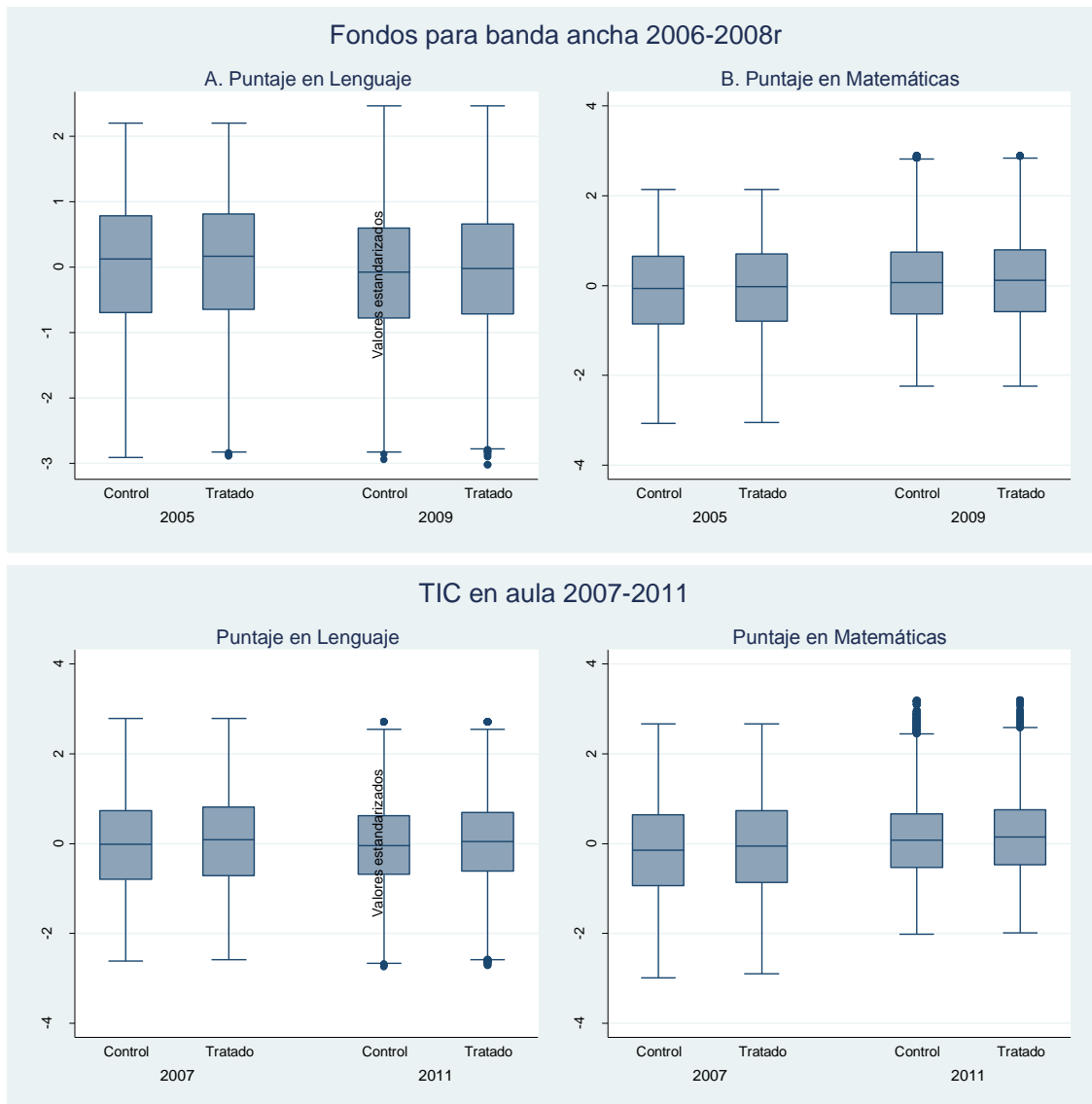
Probit regression Number of obs = 99939
 LR chi2(16) = 8661.63
 Prob > chi2 = 0.0000
 Pseudo R2 = 0.0652

Log likelihood = -62056.187

pticau_0711	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
_Idregion_2	.4877851	.0337701	14.44	0.000	.4215969 .5539734
_Idregion_3	.8539173	.0366396	23.31	0.000	.7821051 .9257295
_Idregion_4	.4441007	.0348606	12.74	0.000	.3757752 .5124262
_Idregion_5	.4518679	.0317692	14.22	0.000	.3896013 .5141344
_Idregion_6	.0831106	.0337186	2.46	0.014	.0170234 .1491978
_Idregion_7	.7773866	.0324304	23.97	0.000	.7138241 .8409491
_Idregion_8	.9987106	.0307807	32.45	0.000	.9383816 1.05904
_Idregion_9	1.451129	.0349811	41.48	0.000	1.382568 1.519691
_Idregion_10	.4521802	.0323821	13.96	0.000	.3887124 .515648
_Idregion_11	.6442579	.0525493	12.26	0.000	.5412632 .7472526
_Idregion_12	-.1873674	.0496152	-3.78	0.000	-.2846115 -.0901234
_Idregion_13	.2429008	.0299661	8.11	0.000	.1841682 .3016333
urb	.0706638	.0143046	4.94	0.000	.0426273 .0987002
gsemdbajo_07	.470988	.0166377	28.31	0.000	.4383786 .5035973
gsemedio_07	.5172947	.0182003	28.42	0.000	.4816227 .5529667
gsemedalto_07	.2560711	.0289578	8.84	0.000	.199315 .3128273
_cons	-1.329439	.0325358	-40.86	0.000	-1.393208 -1.26567



ANEXO 2: ANÁLISIS GRÁFICO DIRECTO BAJO DOBLES DIFERENCIAS



ANEXO 3: PRUEBAS DE TENDENCIAS PARALELAS

Una prueba perfecta de la hipótesis de tendencias paralelas hubiera sido posible si observáramos el rendimiento de las respectivas cohortes en los años anteriores a la aplicación del programa. Sin embargo, tal información no estaba disponible, por lo que se realizaron dos tipos de tests. Primero, se analizó si los EES presentaban diferencias significativas en la tendencia de la línea de base (esto es, 4.º básico). Las tablas 16 y 17 muestran que las tendencias de la línea de base son paralelas entre el grupo tratado y el de control, incluso dividiendo la muestra de acuerdo con los cambios normativos experimentados por los programas.

Tabla 16. Prueba de tendencias paralelas en la línea de base del programa “Fondos para banda ancha” en SIMCE, 4.º básico

Muestra	Participación en 2006-2008r		Participación en 2009-2010r	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
FBA X año 2002	0,096 (0,07)	0,118 (0,07)	0,116 (0,08)	0,061 (0,07)
FBA X año 2005	0,032 (0,07)	0,049 (0,07)	0,031 (0,08)	-0,056 (0,07)
FBA X año 2006	-0,008 (0,07)	0,006 (0,07)	0,098 (0,08)	-0,001 (0,07)
FBA	0,051 (0,05)	0,039 (0,05)	-0,257*** (0,06)	-0,195*** (0,05)
Año 2002	0,01 (0,05)	-0,174*** (0,05)	0,018 (0,05)	-0,161*** (0,05)
Año 2005	0,265*** (0,05)	-0,061 (0,05)	0,292*** (0,05)	-0,029 (0,05)
Año 2006	0,164** (0,05)	-0,055 (0,05)	0,182*** (0,05)	-0,034 (0,05)
Constante	-0,203*** (0,04)	0,189*** (0,04)	-0,101** (0,03)	0,310*** (0,03)
R2-adj	0,013	0,003	0,024	0,013
Valor-p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	6293	6292	5226	5226

La unidad de observación es el establecimiento educacional. Errores estándar entre paréntesis. * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

Gráficamente, las pruebas de tendencias anteriores para la participación en el período 2006-2008r se observan en las siguientes ilustraciones.

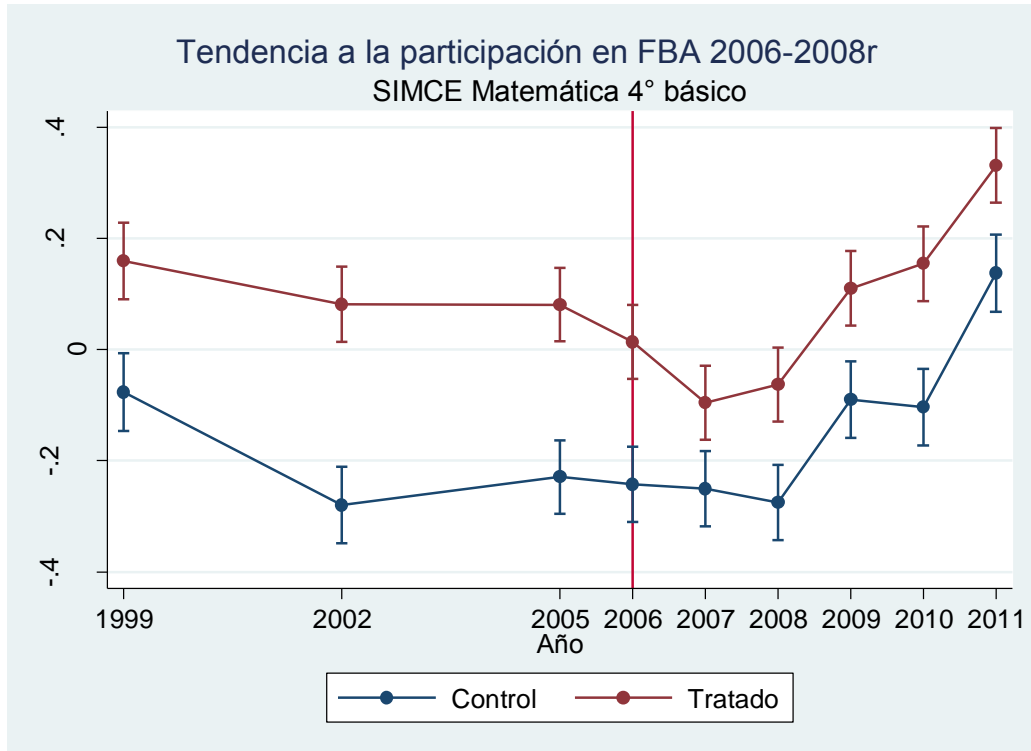
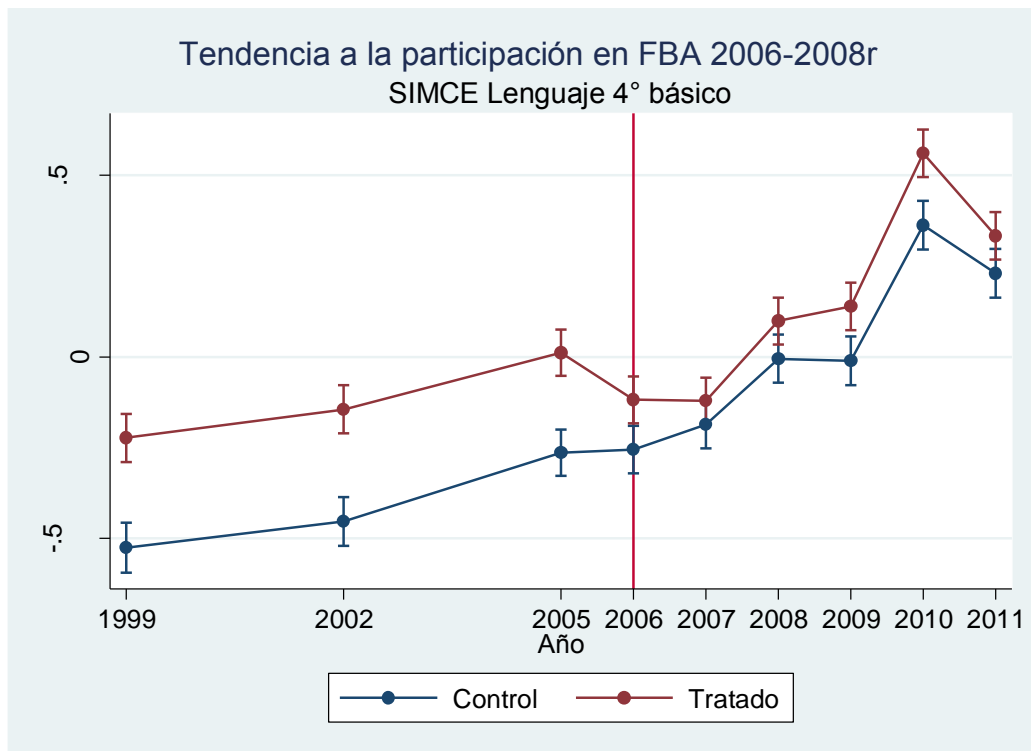


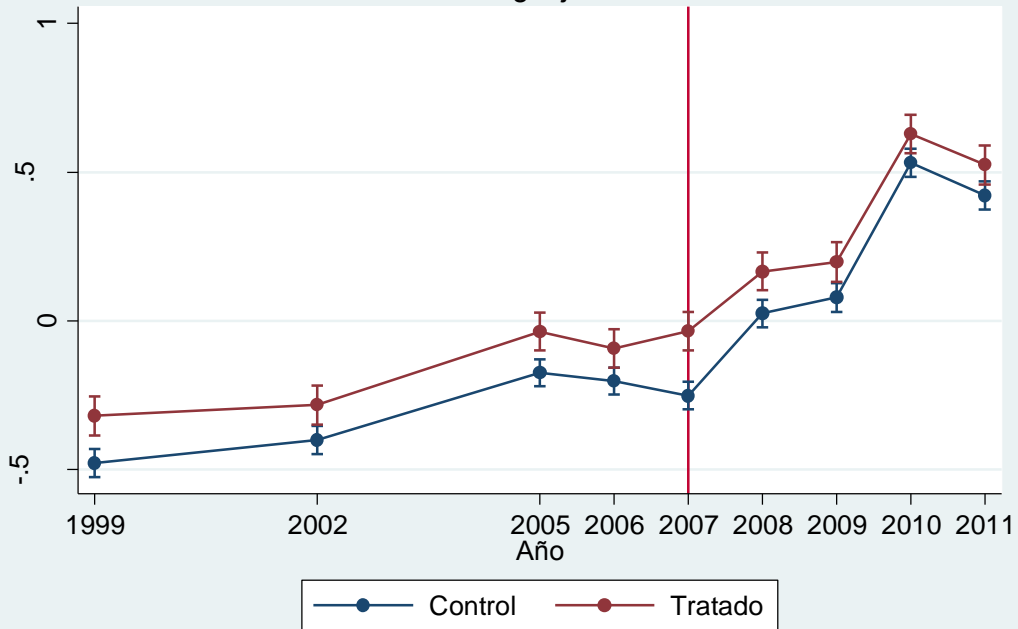
Tabla 17. Prueba de tendencias paralelas en la línea de base del programa “TIC en aula” en SIMCE, 4.º básico

Muestra	Participación en 2007-2009r		Participación en 2007-2011	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
«TIC en aula» X año 2002	0,057 (0,06)	0,068 (0,06)	-0,036 (0,05)	0,003 (0,05)
«TIC en aula» X año 2005	0,023 (0,06)	0,054 (0,06)	-0,012 (0,05)	0,007 (0,05)
«TIC en aula» X año 2006	0,091 (0,06)	0,104 (0,06)	-0,006 (0,05)	0,045 (0,05)
«TIC en aula» X año 2007	0,175** (0,07)	0,176** (0,07)	0,063 (0,05)	0,075 (0,05)
«TIC en aula»	0,160*** (0,04)	0,132** (0,04)	0,124*** (0,04)	0,096** (0,04)
Año 2002	0,041 (0,03)	-0,137*** (0,03)	0,041 (0,03)	-0,137*** (0,03)
Año 2005	0,220*** (0,03)	-0,166*** (0,03)	0,219*** (0,03)	-0,166*** (0,03)
Año 2006	0,118*** (0,03)	-0,212*** (0,03)	0,118*** (0,03)	-0,212*** (0,03)
Año 2007	0,091** (0,03)	-0,374*** (0,03)	0,091** (0,03)	-0,374*** (0,03)
Constante	-0,306*** -0,020	0,188*** -0,020	-0,307*** -0,020	0,180*** -0,020
R2-adj	0,019	0,023	0,011	0,018
Valor-p > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Observaciones	10167	10166	11933	11931

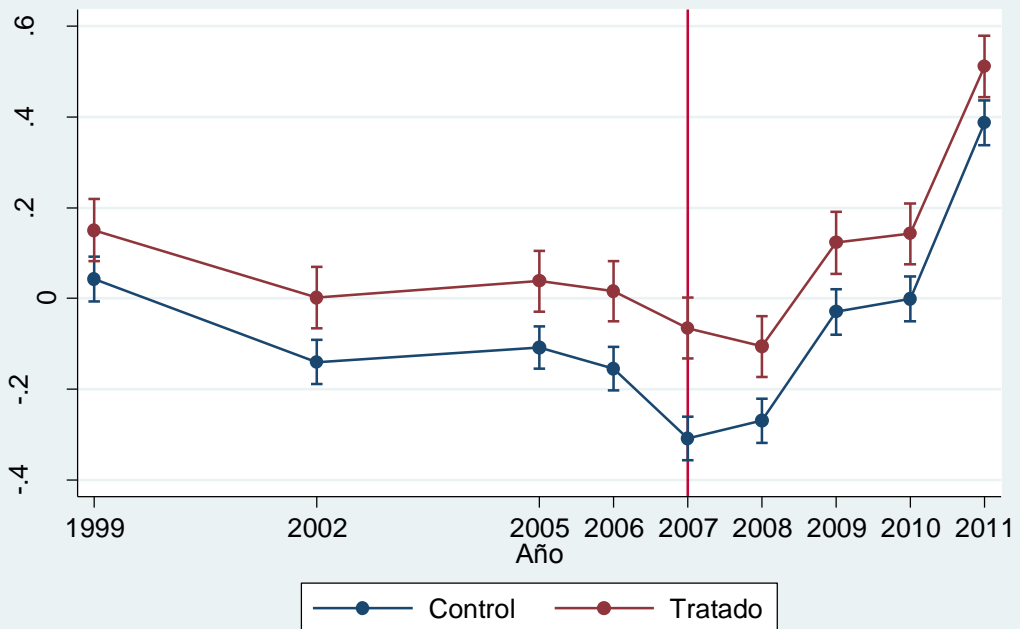
La unidad de observación es el establecimiento educativo. Errores estándar entre paréntesis. * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

Gráficamente, las pruebas de tendencias anteriores para la participación en el período 2007-2011 se observan en las siguientes ilustraciones.

Tendencia a la participación en TICAU 2007-2011
SIMCE Lenguaje 4° básico



Tendencia a la participación en TICAU 2007-2011
SIMCE Matemática 4° básico



Sin embargo, aun cuando las líneas de base sean paralelas, podrían existir diferencias sistemáticas entre grupos en la evolución de los puntajes de una cohorte entre 4.° y 8.° básico. Para analizar esta posibilidad, se estudió una proxy de una cohorte no tratada, que estaba en 4.° básico en 1999 y en 8.° básico el 2003. Como no se disponía de este último dato, se tomó como proxy el 8.° básico del año 2004. Las tablas 18 y 19 muestran los resultados en los programas «Fondos para banda ancha» y «TIC en aula», respectivamente. Se observa que la participación en un programa no se traduce en diferencias significativas de la evolución del puntaje SIMCE de la cohorte respecto del grupo de control.

Tabla 18. Prueba de tendencias paralelas en el programa “Fondos para banda ancha” en cohorte ficticia: SIMCE, 4.° básico en 1999 y 8.° básico en el 2004

Variable	Participación en 2006-2008r		Participación en 2009-2010r	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
FBA X año 2004	0,043 (0,07)	0,040 (0,07)	0,092 (0,08)	0,106 (0,08)
FBA	0,052 (0,05)	0,045 (0,05)	-0,266*** (0,06)	-0,224*** (0,06)
Año 2004	0,013 (0,06)	0,039 (0,06)	0,028 (0,05)	0,058 (0,05)
Constante	0,142*** (0,04)	0,120** (0,04)	0,338*** (0,04)	0,286*** (0,04)
R2-adj	0,001	0,001	0,012	0,009
Valor-p > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Observaciones	2913	2910	2448	2447

La unidad de observación es el EE. Errores estándar entre paréntesis. * p < 0,05, **p < 0 01, *** p < 0,001.

Tabla 19. Prueba de tendencias paralelas en el programa “TIC en aula” en cohorte ficticia: SIMCE, 4.° básico en 1999 y 8.° básico en el 2004

Variable	Participación en 2007-2009r		Participación en 2007-2011	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
«TIC en aula» X año 2004	0,011 (0,07)	0,014 (0,07)	-0,013 (0,06)	0,015 (0,06)
«TIC en aula»	0,186*** (0,05)	0,163** (0,05)	0,145*** (0,04)	0,119** (0,04)
Año 2004	0,010 (0,04)	0,038 (0,03)	0,010 (0,04)	0,038 (0,04)
Constante	0,113*** (0,03)	0,070** (0,02)	0,096*** (0,03)	0,058* (0,03)
R2-adj	0,007	0,006	0,004	0,004
Valor-p > F	0,00	0,00	0,00	0,00
Observaciones	3890	3889	4581	4580

La unidad de observación es el establecimiento educacional. Errores estándar entre paréntesis. * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001.

La evidencia conjunta de las tablas 16 a 19 permite sostener que no fue posible identificar tendencias no paralelas en las variables de interés entre los grupos de estudio, por lo que los resultados de una aproximación de diferencia en diferencias pueden ser interpretados como el efecto neto del correspondiente programa.