

RELACIÓN ENTRE IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS DIGITALES PARA EDUCACIÓN Y DESEMPEÑO DE ESTUDIANTES BENEFICIADOS POR PROYECTOS DEL CENTRO DE INNOVACIÓN ENLACES (2016-2019)

SEBASTIÁN SAAVEDRA PORTALES

Magíster en Gerencia y Políticas Públicas

Coordinador de Proyectos Fundación Suma Qamaña

sebastian@sumaqamana.cl

ID-ORCID: 0009-0008-4425-2361

Resumen

Esta investigación explora el impacto de proyectos de tecnologías de información y comunicación en el desempeño estudiantil, considerando asistencia y calificaciones. Los programas analizados son Mi Taller Digital, Iluminación Wifi y Tecnologías de Acceso Universal para la Educación. Utilizando una metodología cuantitativa, cuasiexperimental y longitudinal, se aplican análisis de diferencia-en-diferencias con tratamientos escalonados. Buscamos comprender el alcance de estas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje, enfocándonos en la asistencia y el promedio anual. Este estudio contribuye al entendimiento de la influencia de las tecnologías digitales en la educación.

Palabras clave: tecnologías digitales, diferencias en diferencias, asistencia escolar, rendimiento escolar.

Abstract

Relationship between Implementation of Digital Technologies for Education and Performance of Benefited Students from Projects of *Enlaces* Innovation Center 2016-2019

This research explores the impact of information and communication technology projects on student performance, considering both attendance and grades. The analyzed programs

include “Mi Taller Digital”, “Iluminación Wifi”, and “Tecnologías de Acceso Universal para la Educación”. Employing a quantitative, quasi-experimental, and longitudinal methodology, we apply Difference-in-Differences analysis with staggered treatments. We aim to understand the scope of these technologies in teaching and learning processes, focusing on attendance and annual grade averages. This study contributes to the understanding of the influence of digital technologies in education.

Keywords: digital technologies, difference-in-differences, scholar attendance, school performance.

Desde el último cuarto de siglo, el uso de las tecnologías digitales para los procesos de enseñanza y aprendizaje han propuesto mejoras de las capacidades de los sistemas educativos para potenciar el aprendizaje de estudiantes, reducir las brechas digitales con sus impactos y fortalecer las habilidades de equipos directivos, docentes, profesionales y asistentes de la educación (Sunkel *et al.*, 2013; Muñoz y Ortega, 2015). Sin embargo, las últimas décadas de despliegue de recursos e infraestructura tecnológica, en los distintos niveles educativos, no han demostrado inequívoca o plenamente que la utilización de recursos digitales, conectividad y tecnologías mejoran la experiencia de aprendizaje o los resultados académicos de estudiantes (Claro, 2010).

En Chile, la inclusión de tecnologías digitales en los sistemas educativos ha significado un incremento relevante en la inversión en infraestructura y recursos educativos digitales, principalmente desde el inicio del programa Enlaces en 1992. En treinta años de su desarrollo, ha existido un fortalecimiento de la política de informática educativa caracterizándose por ser (1) una competencia básica para el desarrollo en las actuales sociedades altamente tecnologizadas, (2) un potencial de desarrollo económico y condición indispensable para el desarrollo de las personas trabajadoras, (3) un apoyo y soporte para la gestión de los sistemas educativos y (4) un conjunto de herramientas que mejoran el proceso de enseñanza y aprendizaje (Hinojosa y Labbé, 2011). Pese a todo lo anterior, hay estudios que señalan lo siguiente: la relación entre tecnologías digitales y la mejora del proceso educacional a través de la gestión educativa, o bien, a través de la experiencia docente,

estudiantil, profesional o asistencial, directamente, no es clara ni consistente a cierto nivel (Belo *et al.*, 2013; Claro, 2010; Hinostroza y Labbé, 2011; Sunkel *et al.*, 2013).

Ahora bien, como se observa, estos estudios no consideran los cambios en la gestión educativa y la implementación de tecnologías en la última década. En buena medida, las medidas derivadas por pandemia de COVID-19 llevaron a una intensificación de lo último; sin embargo, todavía no es posible medir cuáles efectos, surgidos por tales medidas, permanecen aún hoy y cuáles no continúan. De esta manera, los últimos años anteriores a 2020 revisten de interés para determinar la relación, y habiendo esta examinarla pues, entre desempeño estudiantil y proyectos educacionales digitales en Chile, apartando las medidas y adecuación forzosas posteriores a dicho año.

Bajo dicho contexto, el objeto de este trabajo es responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la relación existente entre el desempeño de estudiantes (medido por asistencia y promedio general de calificaciones) y la implementación de proyectos de tecnologías digitales para la educación beneficiados por el Centro de Innovación Enlaces entre 2016 y 2019?

Marco de referencia

Sociedad de la información y sistemas educativos

En su concepto, en la «sociedad de la información» se han manifestado cambios impulsados principalmente por las nuevas herramientas y tecnologías digitales que articulan, configuran y determinan las interacciones, relaciones sociales y productivas. En este nuevo conjunto de medios, existen progresiones y cambios en las formas de organización social que implican un ajuste en los conocimientos y habilidades necesarias para una participación adecuada en la sociedad (Dupont *et al.*, 2011). En este sentido, la educación, en tanto ámbito y medio relevante en las sociedades para el dinamismo productivo y la equidad social, no está en ningún caso exento de todos aquellos cambios (Sunket *et al.*, 2013; UNESCO, 2021a). Siguiendo a la UNESCO (2021b), para asegurar el fortalecimiento de las sociedades democráticas a través la educación, es fundamental la potenciación de condiciones materiales de los establecimientos educativos junto con prácticas, conocimientos y metodologías

para eliminar las barreras de uso de las nuevas herramientas digitales o los nuevos dispositivos e infraestructuras.

Lo anterior se previó desde inicios de la década de 1990, donde se estimaba como un cambio de escenario las siguientes realidades más nuevas para los sistemas educativos (Toro, 2010). Por un lado, se situaba el crecimiento exponencial de la creación de información y conocimiento que las sociedades estaban experimentando; por otro lado, la creación de nuevas herramientas que han favorecido las capacidades de comunicaciones a nivel mundial, provocadas fundamentalmente por los avances tecnológicos (Hawkins *et al.*, 2021; Haddad y Draxler, 2002). A raíz de esto, los sistemas educativos han buscado desarrollar estrategias incorporando al conjunto de personas involucradas en ellos, a saber, las capacidades de estudiantes, docentes, profesionales, asistentes y equipos directivos.

Desde los ministerios de educación, se han establecido políticas de tecnologías digitales. Algunos autores señalan que este equipamiento sí ha tenido un impacto en el acceso de estudiantes y docentes a dispositivos tecnológicos e internet, lo que ha profundizado elementos propios de las sociedades de información (Hinostroza y Labbé, 2011; Sunkel *et al.*, 2013). En cierta manera, esto fue un objetivo por sí mismo, dado que, a principios del nuevo milenio, comparativamente se manifestaba una menor penetración de estas tecnologías o tales recursos en hogares y escuelas (ITU, 2022). No obstante, queda una brecha que esta investigación pretende subsanar: más allá del acceso, en el caso de Chile, no se ha abordado el impacto de programas tecnológicos educativos, o bien, en un todo, de una política tecnológica educacional en el desempeño estudiantil.

Tecnologías de información y comunicación e implementación en educación

La incorporación de políticas de recursos o tecnologías digitales en educación, principalmente en procesos de enseñanza y aprendizaje, ha buscado responder ante tres expectativas en cuanto al impacto obtenido de su implementación, siguiendo a Claro (2010).

1. Los establecimientos educativos preparan a estudiantes en habilidades funcionales de manejo de las tecnologías para integrarse en una sociedad crecientemente organizada en torno a ellas. Esto se ha denominado alfabetización digital.

2. Los establecimientos educacionales permiten disminuir la brecha digital entregando acceso universal a los dispositivos (verbigracia, computador) y conexión (verbigracia, internet).
3. La tecnología mejora el rendimiento escolar de estudiantes por medio del cambio en las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

De aquí, se observa que el concepto clave radica en las tecnologías de información y comunicaciones (TIC). Una TIC permite generar, almacenar, transmitir, recuperar y, en un todo, proceso información en dimensiones espaciotemporales particulares (Sunkel *et al.*, 2013). A partir de esta noción, las políticas de tecnologías se han caracterizado por tres etapas en general, siguiendo a Hinostroza y Labbé (2011):

1. Proveer infraestructura, recursos educativos digitales y capacitación en competencias de uso de TIC. En esta etapa, se busca asegurar el acceso a recursos tecnológicos, reduciendo brechas digitales e involucrando a las comunidades en su conjunto para la capacitación en el uso del equipamiento.
2. Asegurar las condiciones para el uso de TIC en procesos de enseñanza y aprendizaje. En esta, se provee soporte técnico y pedagógico para incentivar la incorporación de TIC en salas de clases.
3. Fomentar uso de tecnologías digitales por parte de las comunidades educativas en espacios más amplios que los establecimientos educacionales propios. En esta, se potencia el uso de tecnologías en hogares y la especialización de los recursos educativos digitales para ampliar y diversificar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El uso intensivo de TIC a través de estas políticas genera la posibilidad de ofrecer modalidades nuevas, según cierta literatura, para la producción de aprendizaje y transmisión de conocimientos (Sunkel *et al.*, 2013). Por ilustrar, la instrucción asistida por computadora puede motivar el proceso de aprendizaje de niñas y niños con mayor efectividad que los métodos tradicionales porque auspicia el aprendizaje autodirigido (Claro, 2010, 2011; Melo *et al.*, 2017). Sin embargo, otra parte de la literatura acentúan los alcances del uso de

TIC en aprendizaje y transmisión: el lapso transcurrido en el uso de esta puede ser improductivo (Belo *et al.*, 2013; Muñoz y Ortega, 2015). El desarrollo de dichas iniciativas, con los primeros análisis de impacto de la inclusión de estas tecnologías en los sistemas educacionales, ha sido señalado en sus límites y no hay un consenso en la literatura que la provisión de recursos y la conectividad sean suficientes para un nuevo modelo educacional. En cierta manera, estas son las dos teorías en discusión donde esta investigación busca aportar empíricamente.

Marco metodológico

Diferencias en Diferencias (DiD)

La inferencia causal es un desafío relevante para la investigación en políticas públicas, dado que cumple el propósito de contribuir a la evaluación de políticas y programas implementados, facilitando la inclusión de mejoras en el diseño y ejecución de futuras iniciativas (Imbens y Wooldridge, 2009). En este sentido, los estimadores DiD son frecuentemente utilizados en diversos campos para conocer los efectos y cambios en el tiempo de una política o un programa, siendo una extensión de las comparaciones de resultados pre y post que incorporan un grupo de control (Coca-Perraillon *et al.*, 2019; Wing *et al.*, 2018).

Por doble diferencia se comprende la diferencia antes y después tanto para el grupo tratamiento como para el grupo control. Esta comprensión de doble diferencia caracteriza al estimador DiD, puesto que permite calcular el efecto de la intervención sin dejar de considerar los cambios por el paso del tiempo en los grupos. Así, el DiD se concibe como una forma de controlar aquellas variables confusoras no medidas, aun cuando las variables invisibles no se miden explícitamente. En este caso, es útil para esta investigación, puesto que las diferencias transversales y temporales ayudan a visualizar las variaciones potenciales entre distintos mecanismos de medición de asistencia o de promedio general; a su vez, también coadyuva en estimar la posibilidad de que algún evento en particular pueda haber afectado a algún grupo.

En esta investigación, contemplando más de dos períodos, se requiere establecer los siguientes supuestos (Callaway y Sant’Anna, 2021):

- Tendencias Paralelas o Comunes (*common trends*). Este criterio asume que las variables no medidas importantes son características inmutables del grupo, o bien, dependientes y variables del tiempo, pero inmutables entre los grupos. Dicho de otra manera, los resultados a lo largo del tiempo para cada grupo deben variar en proporciones similares para cada periodo y deben exhibir estas variaciones en los mismos periodos.
- Exogeneidad estricta. Esta condición supone que las variables independientes no son alteradas por algún cambio en otra variable del modelo.
- Misma Sujeción a Eventos. Esta condición supone que ambos grupos (control y tratamiento) experimentan los mismos *shocks*; en otras palabras, están sujetos a los mismos eventos, afectando de manera similar a la población.

El modelo DiD estándar se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$Y_{gt} = \beta_0 + \beta_1 T_g + \beta_2 G_t + \beta_3 (T_g \times G_t) + \varepsilon_{gt} \quad (1),$$

donde g representa los grupos de control y tratamiento observados en los períodos de tiempo representados por t (pre- y post- intervención). La simplificación del estimador DiD es el producto las dos variables, es decir, ($Y_{gt} = T_g \times G_t$), donde T es una variable binaria indicadora del grupo de tratamiento y G es un indicador para las observaciones del período postratamiento. La expresión (ε_{gt}) representa el error del modelo.

Dado el modelo en ecuación (1), se extrae el parámetro denominado como efecto promedio del tratamiento en el grupo de tratamiento (*average treatment effects on the treated*, ATT). En este caso, ATT representa la diferencia o cambio en el tiempo entre el grupo de tratamiento y control, dado por:

$$ATT = E[Y_2(2) - Y_2(0) | G_2 = 1] \quad (2).$$

Ahora bien, dado que el ATT está desarrollo bajo diseños DiD con dos períodos de tiempo, es importante continuar la generalización del modelo de manera que permita múltiples grupos de tratamiento y periodos de tiempo. Siguiendo a Calloway y Sant'Anna (2021), se utiliza el ATT para unidades que pertenecen a un particular grupo g , en un determinado tiempo t , expresado pues así:

$$ATT(g, t) = E[Y_t(g) - Y_t(0) | G_g = 1] \quad (3).$$

Así, el $ATT(g, t)$ permite analizar cómo el efecto promedio del tratamiento varía dentro de las distintas dimensiones de una manera unificada. Junto con esto, otro elemento que aporta esta ecuación es que, al establecer un grupo fijo y una variable de tiempo, se aprecia cómo el efecto del tratamiento evoluciona a lo largo del tiempo para un grupo en particular (Calloway y Sant'Anna, 2021).

Las tendencias paralelas representan el cambio natural en el desempeño durante el tiempo que el grupo tratamiento hubiera experimentado de manera similar al grupo control. Para validar el supuesto de tendencias paralelas, es necesario considerar el siguiente modelo:

$$E[Y_t(0) - Y_{t-1}(0) | X, G_g = 1] = E[Y_t(0) - Y_{t-1}(1) | X, C = 1] \quad (4).$$

Con este modelo, el ATT está dado, entonces, de la siguiente manera:

$$ATT = E[Y_t - Y_{t-1} | G = 1] - E[Y_t - Y_{t-1} | G = 0] \quad (5).$$

Hasta el momento, la muestra considera implementaciones escalonadas. Esto se traduce en un grupo de tratamiento que es intervenido en distintos períodos de tiempo. Por esto, el modelo de ATT presentado en (5) podría resultar insuficiente para estimar adecuadamente el efecto. Esta insuficiencia tiende a ser frecuente en estudios cuasi-experimentales (Calloway y Sant'Anna, 2021). Esto último llevar a segmentar el análisis DiD, de manera que permita estimar y generar inferencias en parámetros causales, pudiendo explotar así una mayor variedad de métodos de estimación para responder las preguntas de

investigación. Con todo, para esto, se requieren asumir las siguientes condiciones (Callaway y Sant'Anna, 2021):

- Irreversibilidad del Tratamiento. Esta condición implica que, una vez que una unidad de análisis es tratada, esta se mantiene tratada en el siguiente período. Esto es el equivalente a entender que el tratamiento tiene impacto constante y, pues, no se pierde en los años siguientes al inicio del tratamiento.
- Muestreo Aleatorio. Esta condición implica que cada unidad de análisis es extraída aleatoriamente de una población de interés mayor. Por tanto, permite entender que los resultados potenciales son efectivamente aleatorios.
- Anticipación Limitada de Tratamiento. Esta condición establece que la tendencia del tratamiento no es conocida y que las personas de cada grupo no son quienes deciden respecto a la participación en el tratamiento.
- Tendencias Paralelas Basadas en un Grupo No-Intervenido. Esta condición establece que, para validar la suposición de tendencias paralelas, es necesario considerar al grupo control que no tuvo intervención durante los años considerados.
- Superposición. Esta condición establece que una porción mayor a cero (>0) comienza el tratamiento en el grupo g y, para el periodo t , el puntaje de propensión (es decir, la probabilidad que una unidad i sea tratada) estará uniformemente distribuida en la muestra.

Así, con respecto a lo anterior, el modelo sugerido para estimar la Diferencia-en-Diferencia en este caso toma la siguiente forma:

$$Y_{gt} = a_g + b_t + \delta D_{gt} + \varepsilon_{gt} \quad (6),$$

donde (δ) representa el parámetro del efecto del tratamiento, el cual es realizado utilizando modelos de regresiones de efectos fijos.

Levantamiento de información y método

Este estudio es de carácter cuasi-experimental bajo un enfoque cuantitativo, exploratorio en tanto es la primera aproximación al objeto. Se utilizaron las bases de datos de rendimiento por estudiante, publicadas anualmente por el Centro de Estudios del Ministerio de Educación de Chile en Datos Abiertos. La base de datos de establecimientos beneficiados fue solicitada a través de los mecanismos establecidos en la Ley de Transparencia, siendo dirigida a la Subsecretaría de Educación y derivada posteriormente al Centro de Innovación Enlaces. El procesamiento de datos se realiza a través del software estadístico RStudio versión 2022.12.0+353. Los análisis de DiD se realizaron con el paquete *did*, versión 2.1.2.

Con la consecución de datos, se identifican potencialmente dos unidades de análisis. Por un lado, los establecimientos educacionales que reciben beneficios e implementan proyectos desarrollados por el CIE. Por otro, estudiantes asistentes a estos establecimientos educacionales. Para abordar esto, el diseño metodológico planteado por este trabajo comprende que la implementación de los proyectos presentados con anterioridad implica la creación y reproducción de capacidades al interior del establecimiento cuales implican necesariamente una mejora en los procesos de enseñanza y aprendizaje que ocurren al interior del establecimiento, siendo esta la hipótesis de impacto utilizada para el diseño de los proyectos. Por esta razón, se mantiene como unidad de análisis el desempeño de estudiantes agregados por establecimiento educacional, siendo posteriormente agrupados —en control y tratamiento— según la participación de su establecimiento en los proyectos analizados.

Los criterios de inclusión fueron definidos para asegurar la coherencia del modelo en los siguientes aspectos, a saber, que:

- a. El establecimiento educacional se haya mantenido funcionando durante todo el periodo estudiado, que implicaría la alteración del proceso formativo de estudiantes;
- b. El establecimiento educacional reciba subvención del Estado, lo que lo somete a una serie de regulaciones, normativas y estándares que facilita la comparación entre los grupos;

- c. El estudiante no hubiera sido trasladado del establecimiento durante el periodo estudiado, para evitar variables invisibles no medibles que podrían afectar el rendimiento del estudiante. Asimismo, este criterio funciona como una condición basal para asegurar que los cambios en los procesos de enseñanza y aprendizaje del establecimiento, producidos potencialmente por el tratamiento, se vean reflejados en el desempeño del/de la estudiante;
- d. El estudiante se encuentre en el nivel de enseñanza básica o media científico humanista durante el periodo analizado, para homogeneizar mecanismos de evaluación que podrían ser diferentes en otros niveles de enseñanza.

Hipótesis y aplicación de la metodología

En este trabajo, se presentan las siguientes hipótesis separadas para cada una de las variables de interés. Así, para el porcentaje de asistencia:

- H_0 : no existe relación entre asistencia e implementación de proyectos de tecnologías digitales.
- H_1 : existe relación entre asistencia e implementación de proyectos de tecnologías digitales.

Y para el promedio general de calificaciones:

- H_0 : no existe relación entre promedio general de calificaciones e implementación de proyectos de tecnologías digitales.
- H_1 : existe relación entre promedio general de calificaciones e implementación de proyectos de tecnologías digitales.

A su vez, el tratamiento considera a aquellos estudiantes de establecimientos educacionales que participaron en las iniciativas analizadas en esta investigación. Junto con esto, se incluyen las siguientes variables de establecimientos y estudiantes para controlar los efectos confusores y variables por estudiantes y establecimientos:

1. Género del/de la estudiante;

2. Edad del/de la estudiante;
3. Tipo de establecimiento (público o particular subvencionado);
4. Área del establecimiento (urbano o rural);
5. Región del establecimiento;
6. Monto de la Subvención Escolar Preferencial (SEP); y,
7. Matrícula total del establecimiento.

La inclusión de estas variables busca controlar diferencias no observadas entre grupos de establecimientos educacionales y características demográficas de estudiantes. No es posible incluir la totalidad de variables, que pudieran afectar la asistencia o las calificaciones de estudiantes, para asegurar inequívocamente que los resultados presentados en este trabajo tienen relación directa con el desempeño educativo medido a través de la asistencia y el promedio general de notas. De aquí que a través de las variables anteriores se busque mitigar los riesgos de sesgos o distorsiones; así, además de la matrícula, género o áreas geográficas, los montos SEP se consideran como variable *proxy* de la situación socioeconómica de estudiantes.

Para aplicar el DiD, se incluyen las consideraciones desarrolladas por Callaway y Sant'Anna (2021). Así, T representa períodos y se determina por uno en particular mediante t , donde $t = 1, 2, \dots, T$. Al caso, los períodos se definen por los años de la muestra, es decir, 2016, 2017, 2018 y 2019. A su vez, se define G como el período de tiempo cuando una unidad recibe tratamiento por primera vez, determinando el grupo al que pertenece cada observación (control y tratamiento) para cada período; para la muestra, G toma los valores 2016, 2017 y 2018.

Finalmente, se aplica el siguiente modelo para estimar el impacto de la implementación de proyectos de tecnologías en el desempeño educativo:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 C_i + \beta_3 D_g + \beta_4 T_t + \beta_5 P_i + \beta_6 D_i T + \gamma X + \varepsilon \quad (7),$$

donde Y representa la variación de asistencia o promedio general de calificaciones; C representa el conjunto de variables de efectos fijos en el tiempo; D es una variable binaria

indicadora del grupo g (control o tratamiento); T es una variable binaria indicadora del tiempo (pre- y post- tratamiento); P es una variable indicadora de cada proyecto; X es un conjunto de variables que cambian en el tiempo, permitiendo controlar características de estudiantes y de establecimientos (mencionadas anteriormente); y , finalmente, ε es el error del modelo. Con todo, el estimador DiD es β_6 , el cual representa la interacción entre grupos control y tratamiento además del momento de la intervención del grupo g .

Contexto institucional en Chile

El contexto de reformas al sistema educativo de la década de 1980, realizadas durante la dictadura cívico-militar, representó una serie de cambios sustantivos orientados a reducir la participación del Estado en la provisión de la educación. En primer lugar, se terminó con la provisión de la educación de manera centralizada, traspasando a las municipalidades la responsabilidad de sostener el sistema educativo primario y secundario. En segundo lugar, se promovió la expansión de la educación provista por privados, empresas y personas naturales, quienes adquirieron facultades para entregar educación con recursos estatales en la medida que se cumpla con requisitos mínimos definidos por el Ministerio. En tercer lugar, se fomentó la competencia entre los establecimientos educacionales para cubrir la mayor parte posible de la demanda educativa, en un nuevo marco de financiamiento bajo la fórmula de subsidios por alumno asistente. Y, en cuarto lugar, se flexibiliza el currículo nacional para permitir la apertura de proyectos educativos heterogéneos (Bellei, 2010).

Hacia la década de 1990, comenzó la implementación de políticas de informática educativa con el objetivo de entregar equipamiento computacional y formación a docentes a través de un trabajo en red para el desarrollo de capacidades para el uso de la tecnología (Toro, 2010). En esta década, con este marco político, nació el programa Enlaces: como su nombre indicaba, su objetivo fue desarrollar una estrategia de coordinación y comunicación de experiencias de aprendizaje a través de una red que paulatinamente fue materializada en el desarrollo del software La Plaza. Este programa computacional permitía que comunidades educativas geográficamente distantes pudieran trabajar en conjunto, integrando, en tal proceso, diferentes disciplinas que estaban en el currículo escolar (Toro, 2010).

Con esta primera experiencia, se comenzó a desarrollar un conjunto de programas para el mejoramiento de la calidad educativa, en tanto política pública. Enlaces, en tanto programa, se presentó como piloto, con alcance restringido a doce escuelas en la ciudad de Santiago y una siguiente expansión en Temuco, Región de La Araucanía (Toro, 2010). En estos primeros años, el alcance del programa fue menor, llegando a un centenar de establecimientos en estas dos capitales y manteniendo una lógica de pilotaje y escalamiento. La posterior inclusión de las tecnologías a gran escala en el sistema educativo respondió a la progresión del diseño del programa, cuyo objetivo consistía en introducir instrumentos provenientes del campo de la informática en la educación (Toro, 2010; Hinostraza y Labbé, 2011).

El mejoramiento de la calidad educativa a través de este programa logró mantenerse basándose en la comprensión del acceso a la computación como forma de contrarrestar la segmentación social y territorial que el sistema educativo rediseñado desde la dictadura cívico-militar había acarreado (Bellei, 2010). Entre otros, uno de los mecanismos que permitió la pervivencia del programa fue la implementación de la articulación con instituciones de educación superior para la provisión de capacitaciones docentes en el uso del equipamiento que llegaba a los establecimientos educativos: la Red de Asistencia Técnica Enlaces (RATE).

Al empezar el siglo XXI, Enlaces se presentaba de manera patente bajo el Decreto Supremo N°209/1995 del Ministerio de Educación¹. Este marco normativo sostenía en su artículo 1°:

El Programa de Informática Educacional en las Escuelas tendrá como propósito generar en los establecimientos educacionales subvencionados que imparten educación básica, la capacidad para gestionar proyectos de desarrollo educativo, mediante el aporte de equipamiento computacional, capacitación, asistencia técnica y materiales focalizados en función de las necesidades de los distintos tipos de establecimientos educacionales.

¹ «Reglamenta el Programa de Informática Educacional en las Escuelas», entre cuyos considerandos menciona explícitamente el Proyecto Enlaces bajo el título «Red Interescolar de Comunicaciones» de Santiago y Temuco.

La expansión de Enlaces se suscitó en los años siguientes. Con el programa en consolidación, en 2007 se presentó el Plan de Tecnologías para una Educación de Calidad (Plan TEC). A través de este, se entregó equipamiento computacional y formación para docentes, de forma tal para desarrollar un modelo o estándar de disponibilidad y uso de equipamiento, bajo tres cursos de acción: infraestructura, competencias digitales docentes y recursos educativos digitales (Toro, 2010).

Junto con lo anterior, se dio inicio a instancias para la provisión de conexión a Internet en los establecimientos mediante los proyectos, entre otros, Conectividad para la Educación y Fondo para Banda Ancha. Hasta fines de la primera década del siglo XXI, la expansión de Enlaces, el Plan TEC y los programas de provisión, desde el programa comenzó la planeación de iniciativas orientadas al fomento de prácticas educativas tecnológicas de carácter innovadoras en el aula y, junto con esto, el diseño de materias de enseñanza en robótica educativa, lenguajes de programación, entre otros. Desde este punto, a inicios de la década de 2010 surgen las primeras propuestas que resultarán en los proyectos aquí estudiados en Mi Taller Digital, Iluminación Wifi y Tecnologías de Acceso Universal para la Educación hacia 2016-2017. Conforme a esto, en 2018, el Ministerio de Educación dispuso el cambio hacia el Centro de Innovación MINEDUC, lo que representaba un cambio en la estrategia para el fortalecimiento de metodologías de enseñanza y aprendizaje.

Resultados

Proyectos en evaluación

El Centro de Innovación Enlaces contiene un conjunto de proyectos por los cuales se implementa la política de tecnologización en la educación. Así, los proyectos que serán objeto de análisis en este caso son los siguientes:

- Mi Taller Digital (MTD). Esta iniciativa promueve el desarrollo de habilidad digitales en estudiantes a través de la entrega de capacitación y equipamiento, con el propósito de realizar talleres extraprogramáticos por parte de los establecimientos educativos. Se considera un modelo de aprendizaje basado en proyectos con temas

diversificados para el uso en estudiantes. Así, la entrega se realiza de acuerdo con categorías como programación, robótica; creación de videojuegos; música y cómic digitales; producción de vídeos; y brigadas tecnológicas que los equipos directivos pueden seleccionar. Con lo anterior, se suma la formación a docentes en metodologías y prácticas pedagógica para el uso de dispositivos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

- Iluminación Wifi (IW). Esta iniciativa busca el mejoramiento de la conectividad en los recintos educacionales. Para esto, entregan dispositivos tecnológicos para facilitar el acceso a Internet en dichos recintos. Además, contempla capacitación en coordinación informática, dirigida a representantes del establecimiento educacional.
- Tecnologías de Acceso Universal para la Educación (TAUE). Esta iniciativa busca que los establecimientos utilicen la tecnología entregada bajo criterios de eficacia y eficiencia, mejoren sus prácticas pedagógicas y apliquen propuestas metodológicas y didácticas. De manera particular, entrega equipamiento enfocado en la accesibilidad a estudiantes con movilidad reducida o presentan un grado de discapacidad visual. También contempla, como el MTD, acciones formativas para docentes en la utilización de tecnologías.

Estos tres fueron seleccionados, puesto que sus propósitos como el diseño de sus programas apuntan directamente a las condiciones habilitantes y desarrollo de capacidades en establecimientos respecto de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Tabla 1

Años de implementación por proyecto

Proyecto	2016	2017	2018	2019
Mi Taller Digital	Sí	Sí	Sí	No
Iluminación Wifi	Sí	No	Sí	No
Tecnologías de Acceso Universal para la Educación	Sí	Sí	Sí	No

Nota. Fuente: elaboración propia.

En Tabla 1, se presentan los años de implementación por proyecto. La ausencia de estos en 2019 no obsta para detener su medición. De hecho, al contrario, es útil para medir los efectos que los proyectos pueden evidenciar más allá de la continuidad del programa.

Población y Muestra

Los datos disponibles de 2016 a 2019 arrojan una suma de 13.089.683 estudiantes en dicho período en establecimientos operativos, lo que constituye la suma de observaciones. En Tabla 2, se observan los datos desagregados.

Tabla 2

Número de estudiantes por año en establecimientos funcionando y en general (2016-2019)

Año Escolar	Número de Estudiantes	Número de Estudiantes en Establecimientos Funcionando
2016	3.226.943	3.226.567
2017	3.246.824	3.246.583
2018	3.293.750	3.293.258
2019	3.328.915	3.323.275
Total	13.096.432	13.089.683

Nota. Fuente: elaboración propia.

Siguiendo los criterios de inclusión mencionados anteriormente, considerando, desde luego, que el establecimiento contara con un proyecto al menos durante el período analizado, la distribución de la muestra en los años definidos queda así:

Tabla 3

Distribución y proporción de la muestra por año (2016-2019)

Año	Muestra Total	Estudiantes en Tratamiento	Porcentaje de Estudiantes sobre Total
2016	620.830	46.437	7,48%
2017	620.830	92.415	14,89%
2018	620.830	142.699	22,99%
2019	620.830	142.699	22,99%

Nota. Fuente: elaboración propia.

Como se observa en Tabla 3, el número de estudiantes se incrementa de manera escalonada hasta llegar a 142.699 en 2018. Asimismo, en Tabla 4, se expone la distribución de estudiantes por proyecto y año. El último año aparece en cero, puesto que la muestra no considera proyectos implementados en dicho año.

Tabla 4

Número de estudiantes por proyecto anualizado (2016-2019)

Año	MTD	IW	TAUE	Total
2016	28.606	17.215	616	46.437
2017	52.694	0	53	52.747
2018	46.792	9.582	373	56.747
2019	0	0	0	0
Total	128.092	26.797	1.042	155.931

Nota. Para 2019, la muestra no considera proyectos implementados en dicho año. Fuente: elaboración propia.

Con lo anterior, cabe mencionar lo siguiente: existen casos donde los establecimientos son beneficiados por más de un proyecto. En este caso, se trata de MTD e IW.

Finalmente, en Tabla 5, se presentan las observaciones para los grupos tratamiento y control.

Tabla 5

Número y proporción de estudiantes por grupo tratamiento y control

Grupos	Estudiantes	Porcentaje Relativo
Tratamiento	142.699	22,99%
Control	478.131	77,01%
Total	620.830	100%

Nota. Fuente: elaboración propia.

Análisis Descriptivos

De acuerdo con el diseño teórico-metodológico presentado, para evitar la inserción efectos confusores, se describen las siguientes variables que caracterizan tanto a estudiantes como a los establecimientos educacionales en general. Estas se presentan en las Tablas 6 a 9.

Tabla 6

Variables binarias descriptivas de estudiantes (2016-2019)

Variable	Descriptivo	2016	2017	2018	2019	Total ^a
Género	Femenino	304.251 (49,01%)	304.247 (49,01%)	304.241 (49,01%)	304.236 (49,00%)	1.216.975 (49,01%)
	Masculino	316.579 (50,99%)	316.583 (50,99%)	316.589 (50,99%)	316.594 (51,00%)	1.266.345 (50,99%)
Rural	Sí	46.619 (7,99%)	49.553 (7,98%)	49.553 (7,98%)	49.553 (7,98%)	198.278 (7,98%)
	No	571.211 (92,01%)	571.277 (92,02%)	571.277 (92,02%)	571.277 (92,02%)	2.285.042 (92,02%)
Público	Sí	185.644 (29,90%)	185.644 (29,90%)	185.644 (29,90%)	185.649 (29,90%)	742.581 (29,90%)
	No	435.186 (70,10%)	435.186 (70,10%)	435.186 (70,10%)	435.181 (70,10%)	1.740.739 (70,10%)
Nivel	Básica	620.618 (99,97%)	618.588 (99,64%)	565.822 (91,14%)	520.445 (83,83%)	2.325.473 (93,64%)
	Media	212 (0,03%)	2.242 (0,36%)	55.008 (8,86%)	100.385 (16,17%)	157.847 (6,36%)

Nota. ^a Representa el número total de observaciones incluidas en la base de datos. Fuente: elaboración propia.

De la Tabla 6, se puede apreciar que un 49,01% de estudiantes corresponde a género femenino, frente a un 50,99% de género masculino, casi simétricamente distribuidos. Al contrario de esto último, existe una mayoría notoria de estudiantes no-rurales o urbanos, superando el 92%.

Sobre la dependencia de los establecimientos educacionales de los estudiantes de la muestra, se puede observar que, en su mayoría, se encuentran en establecimientos particulares subvencionados. La variable «Público» indica aquellos establecimientos de dependencia municipal, administración delegada, corporación municipal o Servicios Locales de Educación Pública; para la muestra, representa el 29,90% del total de estudiantes.

El «Nivel», es decir, nivel de enseñanza, refleja la progresión del proceso educativo, incrementando aquellos estudiantes que avanzan hacia enseñanza media. Es importante mencionar, que, dado los criterios de inclusión, la baja cantidad de estudiantes en enseñanza media en 2016 se explica por el cumplimiento de la condición que se encuentren en el mismo establecimiento durante los años evaluados.

Tabla 7

Distribución de estudiantes por región (2016-2019)

Región ^a	2016	2017	2018	2019	Total ^b
Tarapacá	12.465 (2,01%)	12.465 (2,01%)	12.465 (2,01%)	12.465 (2,01%)	49.860 (2,01%)
Antofagasta	21.968 (3,54%)	21.968 (3,54%)	21.968 (3,54%)	21.968 (3,54%)	87.872 (3,54%)
Atacama	11.909 (1,92%)	11.909 (1,92%)	11.909 (1,92%)	11.909 (1,92%)	47.639 (1,92%)
Coquimbo	32.857 (5,29%)	32.857 (5,29%)	32.857 (5,29%)	32.857 (5,29%)	131.428 (5,29%)
Valparaíso	63.201 (10,18%)	63.201 (10,18%)	63.201 (10,18%)	63.201 (10,18%)	252.804 (10,18%)
Libertador General Bernardo O'Higgins	33.657 (5,42%)	33.657 (5,42%)	33.657 (5,42%)	33.657 (5,42%)	134.628 (5,42%)
Maule	40.303 (6,49%)	40.303 (6,49%)	40.303 (6,49%)	40.303 (6,49%)	161.212 (6,49%)
Biobío	81.890 (13,19%)	81.890 (13,19%)	62.107 (10,00%)	62.107 (10,00%)	287.994 (11,60%)
La Araucanía	33.783 (5,44%)	33.783 (5,44%)	33.783 (5,44%)	33.783 (5,44%)	135.132 (5,44%)
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	4.038 (0,65%)	4.038 (0,65%)	4.038 (0,65%)	4.038 (0,65%)	16.152 (0,65%)
Magallanes y la Antártica Chilena	5.014 (0,81%)	5.014 (0,81%)	5.014 (0,81%)	5.014 (0,81%)	20.056 (0,81%)
Metropolitana de Santiago	223.933 (36,07%)	223.933 (36,07%)	223.933 (36,07%)	223.933 (36,07%)	895.732 (36,07%)
Los Ríos	12.655 (2,04%)	12.655 (2,04%)	12.655 (2,04%)	12.655 (2,04%)	50.620 (2,04%)
Arica y Parinacota	10.417 (1,68%)	10.417 (1,68%)	10.417 (1,68%)	10.417 (1,68%)	41.668 (1,68%)
Ñuble ^c	0 (0%)	0 (0%)	19.783 (3,19%)	19.783 (3,19%)	39.566 (1,59%)

Nota. ^a El orden sigue los códigos regionales 1 a 16. ^b Representa el número total de observaciones incluidas en la base de datos. ^c Fue creada en 2018, provenientes de territorios de la Región de Biobío. Fuente: elaboración propia.

En Tabla 7, se presenta la distribución nacional de la muestra. Se denota la mayor proporción de estudiantes en la Región Metropolitana (36,07%), seguida por el Biobío (11,06%) y Valparaíso (10,18%). De manera inversa, las regiones con menor presencia en la

muestra son aquella de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (0,65%) y, levemente superior, de Magallanes y de la Antártica Chilena (0,81%).

Las variables detalladas en las Tablas 8 y 9 se detallan variables que caracterizan tanto al estudiantado como a los establecimientos. En el primer caso, la mediana y media de la edad de estudiantes se incrementan en el tiempo, lo que se espera de un estudio longitudinal. En cuanto al Promedio de Calificaciones, se observa que la menor calificación fue en 2019, con 5,84 de media; esta tendencia descendiente en 2019 se observa asimismo para la Asistencia.

En el segundo caso, en cuanto a los establecimientos, las variables corresponden a los ingresos provenientes de la Subvención Escolar Preferencial (SEP). Estas variables funcionan como *proxy* para conocer el nivel socioeconómico del estudiantado y, por tanto, de los miembros del establecimiento: una mayor cantidad de financiamiento representa un mayor número de estudiantes cuyos hogares se encuentran en una situación socioeconómica vulnerable, lo que puede implicar dificultades en el proceso educativo.

Tabla 8

Variables descriptivas de estudiantes

Variable	Estadístico	2016	2017	2018	2019
Edad Estudiante	Mediana	8,00	9,00	10,00	11,00
	Media	8,41	9,41	10,41	11,41
	Desviación Estándar	1,99	1,99	1,99	1,99
Promedio General de Calificación	Mediana	6,00	6,00	5,90	5,90
	Media	5,98	5,91	5,85	5,84
	Desviación Estándar	0,56	0,55	0,55	0,55
Asistencia	Mediana	94,00	95,00	95,00	94,00
	Media	92,91	93,07	93,32	92,37
	Desviación Estándar	6,35	6,23	6,26	7,06

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 9*Ingresos de Subvención Escolar Preferencial para estudiantes prioritarios y preferentes*

Variable	Estadístico	2016	2017	2018	2019
SEP Prioritaria	Mediana	142.325.778	159.636.400	157.935.805	169.468.094
	Media	171.296.227	180.106.394	188.375.522	197.531.899
	Desviación Estándar	164.019.637	167.738.021	171.196.524	176.048.487
SEP Preferencial	Mediana	11.383.905	12.817.936	17.683.462	20.545.652
	Media	25.380.235	31.753.651	36.838.703	40.168.390
	Desviación Estándar	36.022.222	46.675.106	51.770.092	54.681.893

Nota. En pesos corrientes. Fuente: elaboración propia.

Modelamiento y Regresión

Con la aplicación del modelo en la ecuación (7), se obtienen los siguientes coeficientes expuestos en las Tablas 10 y 11.

En los resultados de la regresión para la variable de asistencia, se puede observar que los coeficientes resultan significativos al 99%, con excepción del monto SEP. En este no resulta significativa y la interacción del tratamiento que resulta significativa es al 96%. En detalle, se puede apreciar que el tratamiento tiene una relación positiva con la asistencia, incrementado en un 6,8% la asistencia de estudiantes que estuvieron en establecimientos que participaron de alguno de los proyectos. Destaca, de igual manera, la relación positiva en la asistencia para estudiantes de zonas rurales, que incrementa en 1,25%. Ahora bien, la reducción tendencial de 0,9% para estudiantes hacia 2019 es relevante porque muestra la reducción de la asistencia para el total de la población desde 2016: la regresión evidencia el efecto negativo que existe en el grupo de estudiantes que es parte del tratamiento y que, hacia 2019, redujeron su asistencia en 0,06%; si bien esta cifra es menor, resulta más significativa y favorable al compararla con la tendencia del periodo para la muestra que redujo su asistencia en 0,94%.

Tabla 10

Coefficientes estimados del modelo de regresión para asistencia

Variable	Coefficiente ^a	Desviación Estándar
Asistencia (intercept)	89,964***	0,057
Grupo Tratamiento	0,685***	0,048
Período [Post]	-0,941***	0,011
Matrícula [Log]	-0,612***	0,007
SEP [Log]	0,000	0,001
Género [Masculino]	-0,236	0,008
Promovido [Sí]	6,541***	0,031
Edad del Estudiante	0,133***	0,002
Dependencia Pública [Sí]	-1,519***	0,012
Rural [Sí]	1,248***	0,017
Tiempo de Tratamiento	-0,232***	0,019
Tipo de Enseñanza [HC Jóvenes]	-0,370***	0,020
Interacción DxT	-0,065**	0,022

Nota. Regresión estadísticamente significativamente ($p < 0,000$). Valor R cuadrado: 0,036. Valor R cuadrado ajustado: 0,036. ^a Niveles de significación al 1, 5 y 10%, indicadas por $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Fuente: elaboración propia.

Respecto a los coeficientes para el modelo abordando el promedio de calificaciones, se aprecia, en primer lugar, una significancia estadística al 99% para todas las covariables del modelo, con excepción de la Interacción. Se observa también un mayor R cuadrado, es decir, que las covariables explican en mayor medida la variación del promedio de calificaciones en comparación con la variación de la asistencia. Otra diferencia se observa en el efecto: mientras con la asistencia hubo reducción de asistencia, en el promedio de calificación hubo de hecho un efecto positivo de incremento 0,06%.

Tabla 11*Coefficientes estimados del modelo de regresión para promedio de calificaciones*

Variable	Coefficiente^a	Desviación Estándar
Promedio de Calificaciones (intercept)	5,625***	0,004
Grupo Tratamiento	0,088***	0,004
Período [Post]	0,067***	0,001
Matrícula [Log]	0,008***	0,001
SEP [Log]	-0,006***	0,000
Género [Masculino]	-0,146***	0,001
Promovido [Sí]	1,288***	0,002
Edad del Estudiante	-0,092***	0,000
Dependencia Pública [Sí]	-0,040***	0,001
Rural [Sí]	0,031***	0,001
Tiempo de Tratamiento	-0,027***	0,001
Tipo de Enseñanza [HC Jóvenes]	0,281***	0,002
Interacción DxT	0,016**	0,002

Nota. Regresión estadísticamente significativamente ($p < 0,000$). Valor R cuadrado: 0,22. Valor R cuadrado ajustado: 0,22. ^a Niveles de significación al 1, 5 y 10%, indicadas por $p < 0,1$; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Fuente: elaboración propia.

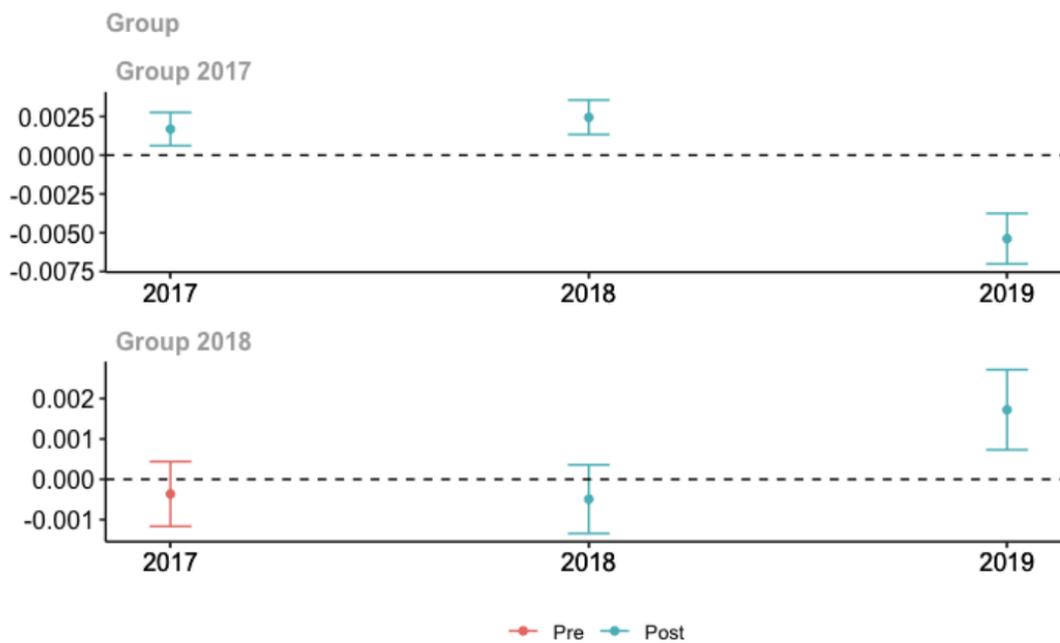
Estimador de Diferencias en Diferencias

Siguiendo a Callaway y Sant'Anna (2021), el modelamiento tradicional del DiD no es adecuado para aplicar a paneles de datos que contengan tratamientos escalonados, ya que la estimación puede verse afectada por las diferentes tendencias previas al tratamiento, no cuantificando el ATT correctamente. Ante esto, se realizan dos estimaciones para cada variable dependiente: una sin covariantes de control y otra incluyendo las covariantes definidas en el modelo.

En los Gráficos siguientes, se presenta la estimación de los ATT en cada año por cada grupo intervenido en tal año. Para las estimaciones ATT, el grupo de 2017 considera aquellos establecimientos intervenidos entre 2016 y 2017. En el caso de 2018, considera aquellos establecimientos en tal año.

Gráfico 1

Efectos del tratamiento promedio sin covariantes para la asistencia

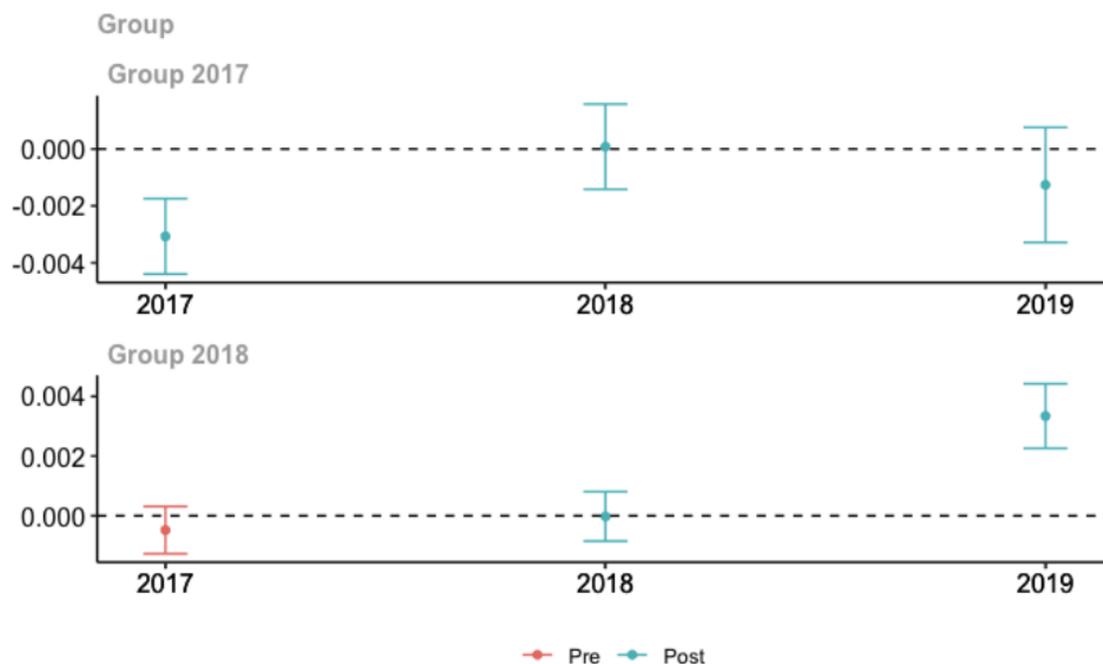


Nota. Fuente: elaboración propia.

En Gráfico 1, se evidencia una reducción para el grupo intervenido de 2017 que se potencia en 2019, lo que podría vincularse con la reducción de la asistencia para tal año. No obstante, para el grupo de 2018, se observa un incremento en el efecto de la asistencia, en promedio, para el grupo tratamiento. Ahora bien, con la inclusión de las covariantes, se puede observar, en Gráfico 2, que para el grupo 2017 se mantiene un efecto negativo; este es ponderado con la inclusión de las covariables, pero el efecto incrementa para el grupo tratado desde el 2018.

Gráfico 2

Efectos del tratamiento promedio con covariantes para la asistencia



Nota. Fuente: elaboración propia.

El efecto del tratamiento, detallado en Tabla 12, revela un efecto negativo para dos de los tres métodos evaluados. Sin embargo, para ninguna de las estimaciones el intervalo de confianza resulta significativo, dado que incluyen el 0.

Tabla 12

Efecto promedio del tratamiento por método de cálculo para la asistencia

Método	ATT	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza	
Dinámico	-0,0003	0,0004	-0,0011	0,0004
Por Grupo	0,0002	0,0003	-0,0004	0,0008
Por Período	-0,0006	0,0003	-0,0013	0

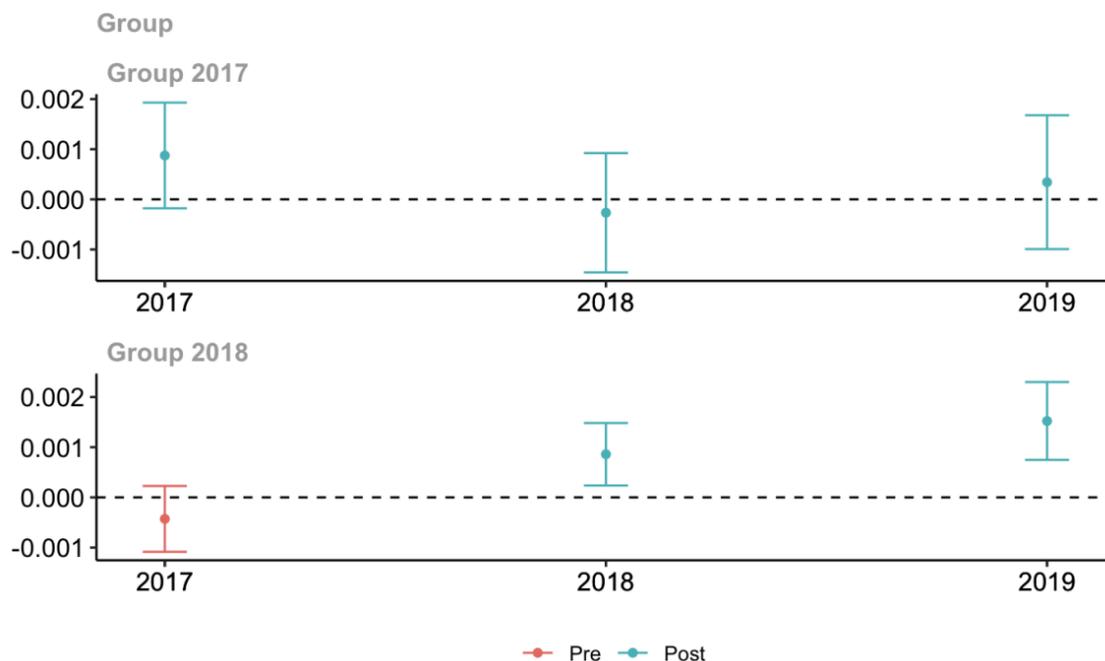
Nota. Ningún intervalo de confianza en 95% es significativo. Fuente: elaboración propia.

Con respecto al promedio general de calificaciones, se observan efectos positivos cuyos resultados son de niveles significativos para todos los cálculos. En el Gráfico 3, se presentan los efectos del tratamiento en las calificaciones para cada grupo. Se aprecia que tales

efectos, destacando el año 2018 (en 2017 el efecto no es significativo, puesto que no se puede descartar la hipótesis nula).

Gráfico 3

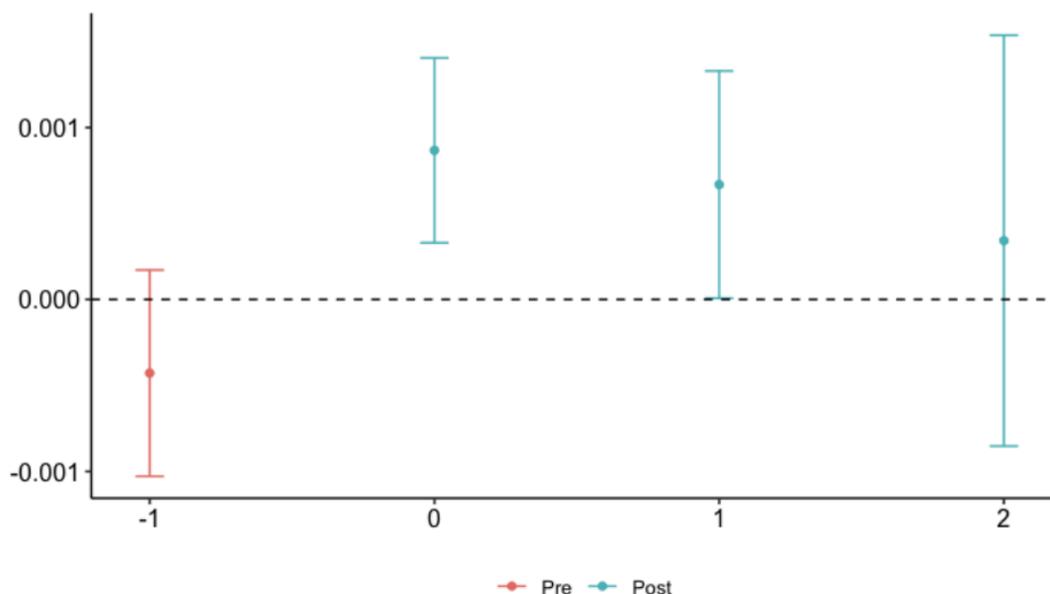
Efecto del tratamiento promedio con variantes para el promedio de calificaciones



Nota. Fuente: elaboración propia.

Con estos resultados, se pueden inferir algunos puntos. El efecto del tratamiento tiene un impacto promedio estimado del 0,06% en la mejora del promedio de calificaciones con respecto a estudiantes sin beneficio. Ahora bien, se observa que, conforme se incrementa el tiempo de exposición, existe una reducción paulatina del efecto del tratamiento en las calificaciones; es decir, la intensificación del cambio entre años disminuye.

Con lo anterior, lo presentado en el Gráfico 4 sigue en aquella línea. Se observa que el mayor impacto del proyecto se presenta en los primer y segundo años del tratamiento; posteriormente, hay una disminución en el promedio general de calificaciones.

Gráfico 4*Efecto del tratamiento promedio con covariantes para años de exposición*

Nota. Fuente: elaboración propia.

Tabla 13*Efecto promedio del tratamiento por método de cálculo para promedio de calificaciones*

Método	ATT	Desviación Estándar	Intervalo de Confianza	
Dinámico	0,0006	0,0003	0,0001	0,0011*
Por Grupo	0,0008	0,0002	0,0004	0,0012*
Por Período	0,0007	0,0002	0,0002	0,0012*

Nota. Todos los intervalos de confianza significativos al *0,05%. Fuente: elaboración propia.

No obstante, el promedio del tratamiento, en todos los métodos de cálculo, sugieren efectos positivos con todos los ATT significativos en intervalos de confianza del 95%. Es decir, pese a que los resultados son menores, donde los efectos de las variables se sitúan en torno al 0,06% y 0,08%, sí dan cuenta de un efecto positivo estadísticamente significativo. Lo que para el caso de la asistencia resultaba, en su mayoría, de efecto negativo, contrasta con el impacto estadísticamente significativo en las calificaciones de estudiantes con beneficios.

Consideraciones finales

Dada su complejidad y relevancia, los sistemas educativos pueden tender a ser estáticos de manera estacional en ciertos mecanismos, en ciertas lógicas, dinámicas e interacciones. Aunque la escuela actual no luce ni contiene elementos decimonónicos, la escuela mantiene ciertas estructuras cuales hasta hace poco parecían inmóviles. Antes de la pandemia de COVID-19 y sus medidas restrictivas, había comenzado una inserción de las tecnologías de información y comunicación en las aulas; en Chile, a través del Ministerio de Educación, el Centro de Innovación Enlaces décadas en este camino.

La presente investigación busca explorar el impacto de la implementación de proyectos de tecnologías de información y comunicación en el desempeño de estudiantes, entendiendo este tanto por la asistencia como las calificaciones. Los programas analizados de manera conjunta fueron Mi Taller Digital, Iluminación Wifi y Tecnologías de Acceso Universal para la Educación. Al respecto, la metodología diseñada fue de carácter cuantitativo, cuasi-experimental y longitudinal, utilizando la técnica de Diferencia en Diferencias incorporando tratamiento escalonados.

Con lo anterior, se controló la medición de efectos por covariables a nivel estudiantil y por establecimiento educacional, cautelando no caer en sesgo de datos individuales con datos agrupados. A nivel estudiantil se covarió a través del género y edad, mientras que, a nivel de establecimiento, a través de las zonas rurales o urbanas, monto del SLEP y tipo de dependencia (público o privado). De esta manera, con respecto a la asistencia y el promedio de calificaciones, en cuanto a los efectos negativos: (1) el género sí es significativo, donde el tipo masculino, en relación binaria, presenta dichos efectos; (2) la dependencia pública es significativa para dichos efectos. La ruralidad es una covariable que presenta efectos positivos; es decir, que el establecimiento se encuentre en una zona rural —lo que, a menudo, implica que sus estudiantes estén en dicha zona— aumenta la probabilidad de participación (asistencia) y desempeño (calificación) positivos; sin embargo, la mayoría de los establecimientos y estudiantes pertenecen a zonas urbanas, de manera que la ruralidad no es del todo relevante. Por sí mismas, las calificaciones y asistencias disminuyeron entre 2016 y 2019, tanto en el conjunto de la muestra como para el grupo tratamiento.

Habiendo medido los efectos de covariables confusoras o incidentes, se midió la diferencia en asistencia y desempeño que los programas de tecnologías educativas desarrollaron al momento de implementarse. Los resultados sostienen una relación positiva levemente, estadísticamente significativa ciertamente, para quienes se acogieron a los programas; a su vez, tales resultados denotan un efecto negativo no estadísticamente significativo para la asistencia —lo que puede, por tanto, vincularse a la baja del período y no por efecto de los programas. Descartando cualquier efecto, negativo o positivo, en la asistencia, donde sí hay impacto es en las calificaciones, pese su leve mejoría.

Con tales resultados, se puede apreciar que la experiencia de aprendizaje de estudiantes² en los establecimientos educacionales podría mejorarse a través de la implementación de proyectos tecnológicos educativos. La literatura respectiva ha estado encaminada en este sentido, vinculándose con el cambio en actitudes y emociones hacia el contenido curricular. Además, el impacto de la pandemia por COVID-19 con sus respectivas medidas³ ha generado nuevas condiciones al respecto. Sin embargo, aun cuando el período 2016 a 2019 no contemplaba lo ocurrido desde 2020, los resultados también indican que, si no hay una retroalimentación y cambios en las implementaciones, en el futuro estos proyectos u otros equivalentes podrían ser insuficientes.

El presente trabajo no pretende evaluar el impacto de estos proyectos del Centro de Innovación Enlaces. De allí que, pese a la utilización de elementos propios de una evaluación así, no busca más allá que explorar la relación entre programa y grupo, aun cuando esta exploración entregue una aproximación útil para la retroalimentación de la política pública. Dadas estas características y limitaciones, es necesaria la continuidad de estas investigaciones, utilizando técnicas adecuadas y una metodología mixta que permita a su vez identificar en mayor intensidad el desarrollo de estas prácticas educativas.

² Se considera al promedio de calificaciones como variable *proxy* a esta experiencia, sin perjuicio que esta última no se puede reducir a aquel.

³ Entre otras, el uso forzoso de tecnologías telemáticas para la conexión a clases y realización de actividades.

Referencias

- Bellei, C.** (2010) Evolución de las políticas educacionales en Chile (1980 - 2009). En A. Bilbao y Á. Salinas (eds.), *El Libro Abierto de la Informática Educativa. Lecciones y Desafíos de la Red Enlaces* (14-36). Enlaces — Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación.
- Belo, R., Ferreira, P., y Telang, R.** (2013). Broadband in School: Impact on Student Performance. *Management Science*, 60 (2), 265-282.
<https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1770>
- Callaway, B., y Sant'Anna, P.** (2021). Difference-in-Differences with Multiple Time Periods. *Journal of Econometrics*, 225 (2), 200-230.
<https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001>
- Claro, M.** (2010). *Impacto de las TIC en los Aprendizajes de los Estudiantes. Estado del Arte* (Colección Documentos de Proyectos) CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3781/lcw339.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coca-Perraillón, M., Lindrooth, R., y Welton, J.** (2019). Difference-in-Difference Research Designs. *Nursing Economics*, 37 (6), 328-331.
- <https://link.gale.com/apps/doc/A610341387/AONE?u=anon~4cdc5165&sid=googleScholar&xid=365428d4>
- Dupont, J., Dominique G., y Oliveira Martins, J.** (2011). OECD Productivity Growth in the 2000s: A Descriptive Analysis of the Impact of Sectoral Effects and Innovation. *OECD Journal: Economic Studies*, 2011 (1), 7-25.
http://dx.doi.org/10.1787/eco_studies-2011-5kgf3281fmtc
- Hawkins, R. J., Trucano, M., Cobo, Romani, J. C., Twinomugisha, A., Sánchez Ciarrusta, I. A.** (2022). *Reimagining Human Connections: Technology and Innovation in Education at the World Bank*. World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/829491606860379513/Reimagining-Human-Connections-Technology-and-Innovation-in-Education-at-the-World-Bank>
- Hinostroza, J. E., y Labbé, C.** (2011). *Políticas y Prácticas de Informática Educativa en América Latina y el Caribe* (Serie Políticas Sociales N°171). CEPAL

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6182/S2011014_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Imbens, G. W., y Wooldridge, J. M. (2009). Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47 (1), 5-86. <http://dx.doi.org/10.1257/jel.47.1.5>

Melo, G., Machado, A., Miranda, A. (2017). El impacto en el aprendizaje del programa Una Laptop por Niño. La evidencia de Uruguay. *El Trimestre Económico*, 84 (334), 383-409. <http://dx.doi.org/10.20430/ete.v84i334.305>

Muñoz, R. E., y Ortega, J. A. (2015) ¿Tienen la banda ancha y las TIC un impacto positivo sobre el rendimiento escolar? Evidencia para Chile. *El Trimestre Económico*, 82 (325), 53-87.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2015000100053&lng=es&tlng=es

Sunkel, G., Trucco, D., y Espejo, A. (2013). *La Integración de las Tecnologías Digitales en las Escuelas de América Latina y el Caribe. Una Mirada Multidimensional*. Naciones Unidas.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/21681/S2013023_es.pdf

UNESCO (2021a). *Reimaginar Juntos Nuestros Futuros. Un Nuevo Contrato Social para la Educación*. UNESCO.

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_spa

UNESCO. (2021b). *The Rewired Global Declaration on Connectivity for Education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380598/PDF/380598eng.pdf.multi>

Toro, P. (2010). Enlaces: Contexto, Historia y Memoria. En A. Bilbao y Á. Salinas (eds.), *El Libro Abierto de la Informática Educativa. Lecciones y Desafíos de la Red Enlaces* (37-50). Enlaces — Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación.

Unión Internacional de Telecomunicaciones [ITU] (2022). Internet surge slows, leaving 2.7 billion people offline in 2022. *ITU*.

<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2022-09-16-Internet-surge-slows.aspx>

Wing, C., Kosali, S., Bello-Gomez, R.
(2018). Designing Difference in Difference
Studies: Best Practices for Public Health
Policy Research. *Annual Review of Public*

Health, 39, 453-469.
[https://doi.org/10.1146/annurev-pub-
lhealth-040617-013507](https://doi.org/10.1146/annurev-pub-
lhealth-040617-013507)