Laboratorio de Investigación e Innovación en Educación para América Latina y el Caribe

Fortaleciendo la evidencia prometedora de impacto del Modelo Integral de ProFuturo: Resultados del Análisis de Datos Secundarios del Impacto en Brasil

Fundación SUMMA

Octubre 2025

Equipo de trabajo SUMMA:

María José Sepúlveda
Dante Castillo-Canales
Nicolás Caglevic
Luis Gonzalez

UN PROGRAMA DE:

Fundación Telefónica

Fundación "la Caixa"

Introducción

El **Modelo Integral ProFuturo** implementa una estrategia que combina: (1) formación docente, (2) recursos tecnológicos, (3) materiales educativos y (4) acompañamiento técnico-pedagógico, con el objetivo de **mejorar la calidad educativa en comunidades de entornos socioeducativos vulnerables**. Tras la primera evaluación realizada en 2024, que entregó **señales prometedoras de impacto** en indicadores de aprendizaje y gestión escolar, surge la necesidad de **profundizar el análisis**, tanto en detalle como en cobertura, utilizando las nuevas fuentes de datos disponibles.

El análisis realizado en 2024 mostró que el programa estaría **generando efectos positivos y significativos en matemáticas y lenguaje**, con un tamaño de impacto cercano a **0,4 desviaciones estándar** en promedio entre 2017 y 2021 en las escuelas que participaron del programa. También se observaron avances en otros indicadores de rendimiento escolar, aunque con **variaciones entre niveles educativos** y **limitaciones importantes**: la cobertura temporal era reducida y la mayor parte de las escuelas contaba con solo dos mediciones posteriores al inicio del programa.

Hoy, la situación es distinta. La **ampliación de la base de datos de resultados académicos hasta 2023** permite analizar un **mayor número de años y escuelas**, lo que facilita observar la evolución de los efectos en el corto, mediano y largo plazo. A esto se suma el uso de **metodologías más sofisticadas**, que no solo buscan ratificar lo encontrado previamente, sino también **ofrecer una visión más dinámica del impacto del programa en distintos contextos**.

Los resultados que se presentan en este informe deben leerse a partir de **tres mensajes clave**. En primer lugar, se **confirma un efecto positivo y significativo del programa en matemáticas y lenguaje**, aunque con tamaños de efecto que difieren respecto a lo estimado en 2024. En segundo lugar, los **indicadores asociados a trayectorias escolares** también muestran **mejoras consistentes** en las escuelas participantes. Y, en tercer lugar, el **análisis de efectos dinámicos** revela un patrón más complejo: los **impactos aparecen con mayor claridad en los primeros años de implementación** y **tienden a disminuir en el tiempo**, lo que abre preguntas relevantes sobre **la sostenibilidad de los logros** y los **mecanismos que pueden estar detrás de estas diferencias**.

El documento está organizado en **cinco capítulos principales.** El capítulo 1 presenta las preguntas de investigación y el diseño metodológico de la evaluación. El capítulo 2 describe el proceso de selección del grupo de control y los criterios aplicados para garantizar la comparabilidad. El capítulo 3 expone los resultados de impacto del Modelo Integral en las variables priorizadas. El capítulo 4 analiza las variables internas de implementación que ayudan a comprender los efectos observados. Finalmente, el capítulo 5 sintetiza las conclusiones y aprendizajes relevantes para la mejora continua del programa.

I. Preguntas de investigación y diseño metodológico

A diferencia del estudio realizado en 2024, en este nuevo análisis se cuenta con una base de datos más extensa y actualizada, que incorpora los resultados de las evaluaciones nacionales de aprendizajes del año 2023 que permite realizar un análisis con una población mayor de centros educativos, e incorporar una dimensión dinámica gracias al número mayor de periodos de evaluación considerados. Esta nueva situación ofrece la posibilidad de confirmar, contrastar o matizar los hallazgos previos, fortalecer la validez de la evidencia disponible y brindar una visión más completa del impacto del programa ProFuturo en Brasil.

Las preguntas que movilizan este estudio son:

1. ¿Cuál es la **evidencia del impacto del Modelo Integral de ProFuturo en el aprendizaje** y otros indicadores, como la tasa de aprobación, de los estudiantes de ProFuturo en Brasil?

2. ¿Qué **factores específicos del programa están correlacionados con mejores resultados** en aprendizaje y otros indicadores educativos?

1.1 Objetivos y preguntas de investigación

Objetivo general:

Generar evidencia de impacto del Modelo Integral de ProFuturo en centros educativos de Brasil durante el período 2017-2023, identificando si los resultados observados en la evaluación de 2024 se mantienen, se amplían o cambian con la incorporación de nuevos años y nuevas escuelas PF.

Objetivos específicos:

1) Analizar si los efectos del programa se mantienen al incorporar a la base de datos las mediciones de 2023.
2) Evaluar la existencia de efectos dinámicos, observando cómo varía el impacto del programa en el corto, mediano y largo plazo.
3) Identificar qué indicadores priorizados muestran evidencia más sólida de impacto positivo y contrastar estos resultados con los hallazgos de la evaluación anterior.
4) Explorar la relación entre variables internas de implementación del programa (motivación docente, uso de la tecnología, cuidado de equipos, entre otras) y los resultados alcanzados por las escuelas participantes.
5) Generar evidencia que sirva de insumo para la mejora continua del programa, destacando tanto los avances logrados como los desafíos pendientes en su implementación.

1.2 Metodología - Modelo Integral

Al tratarse de una evaluación de diseño cuasi-experimental, se implementaron estrategias que integran diversas técnicas y fuentes de datos en distintos momentos del tiempo, lo que permite identificar de manera rigurosa el impacto del programa tanto a lo largo del tiempo. Este tipo de investigación no asigna los grupos de manera aleatoria, como en un experimento tradicional, sino que utiliza métodos estadísticos para construir grupos comparables (similares en sus características) a partir de datos observables. De esta forma, se busca aproximarse a los resultados que se obtendrían en un experimento controlado, pero en condiciones reales de implementación.

A continuación, se detallan las metodologías empleadas en el estudio, diferenciando entre los enfoques utilizados para estimar el efecto del programa y aquellos aplicados al análisis de sus factores internos de implementación.

1.2.1 Antecedentes: Estudio 2024

El estudio realizado en 2024 identificó evidencia prometedora en **cinco indicadores de impacto**: **Lenguaje, Matemáticas, IDEB, tasa de aprobación** e **indicador de rendimiento escolar**. No obstante, su alcance estuvo condicionado por restricciones de información y desalineaciones temporales entre fuentes, lo que limitó la profundidad del análisis longitudinal y de mecanismos.

1. Alcance temporal y restricciones de información del estudio anterior.

El análisis previo se basó en los resultados del **SAEB 2021**, que hasta ese minuto era la última medición nacional disponible. Por esta razón, **solo pudieron incluirse los centros educativos que contaban con información previa y posterior a 2021**, lo que permitió observar sus resultados antes y después de la implementación del programa. En consecuencia, **alrededor de 80 establecimientos que ingresaron a ProFuturo después de 2021** quedaron fuera del análisis al no disponer de datos comparables en la ventana de observación considerada. Esta restricción limitó la cobertura del estudio y redujo la posibilidad de analizar el desempeño de las cohortes más recientes del programa.

2. SAEB: qué mide y cada cuánto.

Para los resultados educativos, el estudio 2024 utilizó el **Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB)**, que evalúa los aprendizajes en **Lenguaje y Matemáticas** y se aplica de forma **bienal** a nivel nacional en modalidad censal. Además de estos resultados académicos, el análisis consideró indicadores complementarios de desempeño escolar, como el **IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica)**, la **tasa de aprobación** y un **indicador compuesto de rendimiento escolar**, que integran información sobre progreso, permanencia y eficiencia del sistema educativo. En la práctica, el seguimiento disponible se concentró en los años **2019, 2021 y 2023**, lo que reducía el número de observaciones por escuela y limitaba la posibilidad de capturar variaciones de corto plazo en los resultados.

3. Cruces posibles entre las fuentes y cobertura efectiva.

Debido a que en el estudio previo los resultados disponibles llegaban solo hasta el **SAEB del año 2021**, solo fue posible analizar escuelas con información disponible hasta ese año. Esto redujo la cobertura del análisis y limitó la capacidad de observar el impacto del programa en las cohortes más recientes. Asimismo, aunque el estudio incorporó otros indicadores de impacto estos también dependían de la disponibilidad de información al año 2021, por lo que los **cruces entre los distintos indicadores** sólo fueron posibles para un conjunto acotado de centros educativos.

Por todo lo anterior, la **incorporación de la nueva cohorte** marca una diferencia sustancial: no solo **amplía la cobertura y entrega más información de los CEs** con los que antes no contábamos, sino que además permite observar mejor la evolución de los resultados y con ello abre la posibilidad comenzar a integrar datos propios del programa con los indicadores de aprendizaje. Con esto, hoy se puede mirar el impacto del programa con una perspectiva **más amplia, pero a su vez coherente** con los análisis realizados previamente.

1.2.2 Diseño metodológico y variaciones existentes con relación al estudio anterior:

El enfoque adoptado es **cuasi-experimental**: no se trata de un experimento aleatorio, pero sí de una serie de técnicas que buscan aproximarse a lo que ese tipo de diseño entregaría. Con ello, se busca estimar con la mayor precisión posible el efecto que el programa podría tener dada sus condiciones reales de implementación. El trabajo se organizó en dos etapas principales: la primera centrada en **estimar los efectos del programa**; la segunda en **comprender los factores internos de la implementación** que pueden estar explicando estos avances.

Etapa 1 – Evidencia de impacto en los centros educativos del MI en Brasil

Con el objetivo de responder la primera pregunta de investigación, la aproximación consistió en **comparar el progreso de los centros educativos que implementan el Modelo Integral de ProFuturo con el progreso de centros de características similares que no participan en el programa**. De esta manera, ha sido posible estimar si las mejoras observadas en los establecimientos participantes se diferencian significativamente de las tendencias naturales de los grupos de comparación.

Para asegurar una comparación válida, fue necesario construir un grupo de control estadísticamente equivalente. No todos los CE son iguales: algunos atienden a poblaciones más vulnerables, otros están en zonas rurales, y muchos difieren en tamaño, tipo de administración o disponibilidad de recursos. Para equilibrar estas diferencias, aplicamos un método que "empareja" a los CE participantes con los no participantes en función de algunas características clave. . Esto se hizo mediante la técnica del **Coarsened Exact Matching (CEM)**, que garantiza que las comparaciones no fueran entre realidades totalmente distintas, sino entre grupos equivalentes en aspectos clave como: nivel socioeconómico, ruralidad, tipo y tamaño de la escuela.

Para la construcción del grupo de control del estudio previo de 2024, **se consideraron exclusivamente centros educativos de dependencia municipal y estadual que no**

participaron en la intervención de ProFuturo, excluyendo a los establecimientos federales y privados. La incorporación del método CEM en este nuevo estudio representa un ajuste metodológico que fortalece el diseño del estudio, ya que permite realizar comparaciones más precisas y equilibradas entre grupos con características similares.

Una vez definidos ambos grupos, se analizaron los cambios a lo largo del tiempo utilizando distintos métodos:

1. **Método tradicional de Diferencias en Diferencias (DiD)**: esta técnica estima el efecto promedio del programa comparando el cambio en los resultados entre las escuelas tratadas y las de control, antes y después de la implementación. Este modelo, utilizado también en el estudio de 2024, incluyó controles por municipio, año y características escolares y estudiantiles, permitiendo estimar un efecto promedio del programa en el tiempo.
2. **Modelo de cohortes de Callaway & Sant'Anna (2021**): dado que el programa no se implementó simultáneamente en todos los CE, se incorporó esta extensión del método DiD, que permite estimar efectos diferenciados por **cohorte de incorporación y por periodo de tiempo.** Este enfoque resuelve una limitación crítica del DiD tradicional, que asume que todos los grupos tratados tienen la misma exposición al programa, incluso si fueron incorporados en años distintos, lo que en la realidad no es verdadero

Al considerar la heterogeneidad temporal, el modelo de Callaway & Sant'Anna ofrece una estimación más precisa, distinguiendo entre efectos tempranos (escuelas con menor tiempo de exposición al programa) y efectos consolidados (escuelas con mayor trayectoria en el programa). Esto permite no sólo identificar si existe impacto, sino también **cómo se comporta progresivamente ese impacto en el tiempo, e**vitando interpretaciones simplificadas basadas en un sólo valor promedio.

Etapa 2 – Factores detrás de los resultados: mecanismos que podrían explicar el efecto del programa

Una vez identificados los impactos preliminares, dimos un paso más: tratar de entender qué elementos de la implementación del programa estaban más vinculados a los resultados encontrados.

Aquí no se buscó probar causalidad, sino explorar relaciones y asociaciones que pudieran dar pistas útiles para la gestión y para futuras investigaciones. Hablar de **causalidad implica poder demostrar que un cambio en una variable del programa *produce* directamente un cambio en los resultados**; en cambio, una **asociación solo indica que ambas variables se mueven juntas**, sin afirmar que una sea la causa de la otra**.** Esta distinción es importante, ya que el análisis de esta etapa busca identificar patrones y posibles mecanismos explicativos, más que establecer efectos causales comprobados.

Para ello, se realizaron análisis de correlación, observando qué variables del programa (por ejemplo, la intensidad de ciertas actividades o características del proceso de acompañamiento) mostraban vínculos consistentes con los resultados educativos.

Además, se incorporaron **técnicas de Machine Learning**, que permiten identificar patrones más complejos y relaciones que no siempre son evidentes a simple vista. En particular, se utilizó la metodología **Elastic Net**, que combina las propiedades de los modelos **LASSO** y **Ridge**, dos enfoques ampliamente usados para la selección de variables y la reducción de multicolinealidad.

El modelo **LASSO** elimina aquellas variables altamente correlacionadas entre sí, seleccionando solo las más informativas; el modelo **Ridge**, en cambio, penaliza los coeficientes sin excluir variables, buscando mantener el mayor número posible de predictores relevantes. El enfoque **Elastic Net** introduce un parámetro de combinación que pondera ambos criterios, equilibrando la parsimonia del LASSO con la estabilidad del Ridge. Esta técnica permite identificar una combinación óptima de variables de implementación que predicen de mejor manera las variables de resultado (véase Anexo 10 para más detalles).

Una vez identificadas esas combinaciones óptimas, se aplicó un modelo de **Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)** —o regresión lineal— para estimar la fuerza y dirección de las relaciones entre las variables de implementación y las variables de resultado, controlando por las características contextuales de los centros educativos.Para este procedimiento se utilizó la **base SAT interna de ProFuturo**, que recopila información sobre las variables de implementación del programa en 2023. Dado que estas variables se registraron en ese año, se calculó el crecimiento de las variables de resultado entre **2021 y 2023**, con el fin de analizar cómo la evolución en los resultados educativos se relaciona con los niveles de implementación observados.

Finalmente, se consideró que algunas variables de la base presentaban **baja variabilidad o un número elevado de valores faltantes**, lo que impedía su inclusión en el análisis. Entre ellas se encuentran: *Docentes responsables o líderes del proyecto competentes; Número de equipos no PF; Uso de otras plataformas educativas; Disponibilidad de conectividad en las aulas para realizar actividades online con estudiantes; Porcentaje cuatrimestral de docentes activos de Matemáticas PF; Porcentaje mensual de estudiantes con actividad de Matemáticas PF; Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante de Matemáticas PF; y Número de laptops, tablets o proyectores sustraídos en el año.*

El valor de esta etapa es que va más allá de constatar que hay un impacto: apunta a entender **cuáles son los engranajes internos del Modelo Integral que ayudan a explicar esos avances**, ofreciendo orientaciones para fortalecer la implementación en el futuro.

Para facilitar la comprensión, la siguiente tabla resume las principales técnicas utilizadas, destacando su propósito, fortalezas y limitaciones:

Tabla N°1: Síntesis comparativa de técnicas

Método	¿Para qué se usó?	Fortalezas	Limitaciones	Mitigaciones aplicadas
Coarsened Exact Matching (CEM)	Garantizar comparabilidad entre tratamiento y control	Balancea mejor las variables clave, más transparente	Puede reducir la muestra si no hay suficientes pares comparables	Se revisó que el tamaño de la muestra (N) fuera lo suficientemente amplio para mantener representatividad y solapamiento
DiD tradicional	Comparar cambios promedio antes y después del programa	Claro y ampliamente usado	Requiere asumir que las tendencias previas son paralelas	Se revisó el cumplimiento del supuesto de que las tendencias previas fueran paralelas
Callaway & Sant'Anna	Estimar efectos robustos en contextos con múltiples períodos y cohortes	Flexible y robusto frente a sesgos	Más complejo y demandante en términos de datos	No fueron necesarias mitigaciones
Análisis de correlación	Detectar asociaciones simples entre variables del programa y resultados	Fácil de comunicar, directo	No establece causalidad	Solo se puede utilizar como insumo exploratorio, y no se le puede atribuir causalidad
Machine Learning	Identificar patrones complejos y no lineales	Descubre relaciones ocultas, aprovecha grandes volúmenes de datos	Puede ser menos transparente y sensible al sobreajuste	Se testearon distintos modelos y se eligieron aquellos con mejor ajuste y predicción, evaluados mediante el Error Cuadrático Medio (MSE)

1.2.3 Muestra:

Este estudio se basó en una muestra cuidadosamente definida para asegurar que los resultados fueran comparables entre escuelas participantes y no participantes de ProFuturo. Para ello, se aplicaron dos criterios claves: (1) que las escuelas del grupo de tratamiento hubieran implementado activamente en ProFuturo, vale decir que registran actividades en la plataforma durante el periodo de estudio, y (2) que tanto las escuelas participantes como las no participantes contarán con información suficiente y confiable en registros administrativos y evaluaciones de aprendizaje a nivel nacional.

Con esta base, la muestra distinguió entre escuelas que forman parte del programa (grupo de tratamiento) y aquellas que no (grupo de control). Además, se consideraron por separado los años iniciales de primaria (6 a 10 años) y los años finales (11 a 14 años), de modo de captar posibles diferencias según la etapa educativa.

La Tabla N° 2 presenta la composición final de muestra: en los años iniciales se analizaron **597 escuelas de tratamiento y 9.056 de control**, mientras que en los años finales se incluyeron **325 de tratamiento y 3.548 de control**. Este diseño ofrece un panorama amplio y comparativo, lo que permite observar con mayor solidez el impacto del programa.

Tabla N°2: Características de la muestra

Nivel educativo	N° de CE Grupo de tratamiento	N° de CE Grupo de control
Años iniciales de primaria - de 6 a 10 años	597	9.056
Años finales de primaria - de 11 a 14 años	325	3.548
Total[1]	667	10.799

1.2.4 Variables:

Para responder a las preguntas de investigación, se definieron un conjunto de variables que permiten medir el posible impacto del programa. La selección se hizo en coherencia con las prioridades establecidas por ProFuturo y con los elementos de la Teoría de Cambio del Modelo Integral.

Para evaluar el impacto del programa se seleccionaron un conjunto de **seis indicadores clave**, que permiten observar tanto los aprendizajes de los estudiantes como la trayectoria escolar de los centros educativos. Estos indicadores combinan medidas de desempeño académico con aspectos de cobertura y eficiencia escolar, ofreciendo así una visión integral de los resultados.

1. **Lenguaje (lectoescritura):** mide las habilidades de comprensión lectora y producción escrita de los estudiantes, fundamentales para el desarrollo en otras áreas.

[1] El total es menor que la suma de los establecimientos de años iniciales y finales dado que hay establecimiento que poseen ambos niveles educativos

2. **Matemáticas:** evalúa las competencias matemáticas y de razonamiento lógico mediante pruebas estandarizadas.
3. **Matrícula escolar:** refleja la cantidad de estudiantes inscritos en los centros educativos, lo que permite analizar tendencias de cobertura y acceso.
4. **Tasa de aprobación:** porcentaje de estudiantes que avanzan de curso, indicador relevante de retención y progreso escolar.
5. **IDEB (Índice de Desarrollo de la Educación Básica):** indicador sintético que combina el desempeño en pruebas estandarizadas con la tasa de aprobación, entregando una mirada global de la calidad educativa.
6. **Indicador de rendimiento:** sintetiza los resultados de aprendizaje de cada escuela a partir de distintas medidas académicas, complementando la información del IDEB.

En segundo lugar, se consideraron **variables contextuales**, que permiten controlar por las condiciones propias de cada escuela y de su entorno. Entre ellas se encuentran el nivel socioeconómico, el municipio donde está ubicada la escuela, el tipo de establecimiento, la proporción entre profesores y estudiantes, la localización, así como la disponibilidad de computadores y el uso de internet con fines de aprendizaje.

Finalmente, se incorporaron **variables de implementación**, centradas en el grado de integración tecnológica, el uso del equipamiento, las actividades realizadas por los estudiantes y la motivación docente, con el fin de entender mejor los factores internos que pueden estar influyendo en los resultados educativos.

Una descripción más detallada de cada variable contextual y de implementación, así como la justificación de su inclusión en el análisis, se presenta en el Anexo 1 y 2.

1.2.5 Fuentes y tratamiento de datos:

El estudio se apoyó en una **base de datos de tipo panel**, construida a partir de información recogida cada dos años durante más de una década. En total, se cubre el **período 2011-2023**, lo que permite observar de manera continua la evolución de los centros educativos a lo largo del tiempo con información previa al tratamiento, durante y posterior al tratamiento.

Para ello se integraron diversas fuentes. En primer lugar, se utilizaron tres bases nacionales —SAEB, Censo Escolar e INSE—, que entregan información sobre resultados de aprendizaje y características contextuales de las escuelas (véase Anexo 1 para más detalles). Estas bases fueron depuradas y unificadas para obtener los indicadores educativos y contextuales definidos en la sección anterior.

En segundo lugar, se incorporó la base interna de ProFuturo, que permitió identificar a las escuelas participantes en el programa dentro del panel y extraer las variables asociadas a la implementación (uso de equipamiento, integración tecnológica, motivación docente, entre otras).

La unión de estas cuatro fuentes dio origen a la base de panel utilizada en el análisis, que sirvió tanto para conformar los grupos de control como para realizar las estimaciones de impacto (Etapa 1) y los análisis de correlación (Etapa 2). Todo este proceso se realizó de manera diferenciada para los años iniciales y los años finales de la educación primaria.

1.2.6 Interpretación de resultados:

Una **desviación estándar** representa la **medida promedio de cuánto se dispersan los valores** de una variable respecto a su media. En otras palabras, indica cuánta **variabilidad existe dentro de los resultados**: si todos los estudiantes obtuvieron puntajes similares, la desviación estándar sería pequeña; si los puntajes fueran muy distintos entre sí, sería grande. Así, **expresar los efectos del programa en desviaciones estándar permite comparar resultados entre distintas pruebas o indicadores**, aun cuando estén en escalas diferentes.

En este contexto, un efecto expresado en desviaciones estándar indica **cuántas unidades de variación promedio separan el resultado del grupo tratado respecto al grupo de control**. Por ejemplo, un impacto de **+0,20 desviaciones estándar en matemáticas** significa que, en promedio, los estudiantes de los centros educativos participantes del programa obtuvieron resultados un 20 % *de una desviación estándar* por encima del grupo de comparación. ¡Lo que equivale a decir que los resultados de aprendizaje son, en promedio, mejores que los resultados del grupo de control.

Para facilitar la interpretación de los resultados, se adoptaron los puntos de referencia propuestos por Kraft (2020), en lugar de los criterios tradicionales de Cohen (1988). La razón es que, en el contexto educativo, los efectos esperados son sistemáticamente más bajos: las intervenciones se aplican a gran escala, con poblaciones heterogéneas y en condiciones reales de escuela, donde las mejoras en resultados de aprendizaje suelen ser más difíciles de conseguir.

Por ello, Kraft plantea que impactos que van 0,05 a 0,20 desviaciones estándar —que bajo la convención de Cohen serían vistos como pequeños— corresponden a efectos de magnitud media en educación y tienen una relevancia práctica considerable. Esto se debe a que, cuando se llevan a gran escala, incluso cambios modestos pueden significar mejoras sustantivas para miles de estudiantes.

La Tabla N° 3 presenta estas referencias, que guiarán la lectura de los coeficientes estimados en este informe:

Tabla N° 3: Referencia para la interpretación del tamaño del efecto

Tamaño del efecto (desviaciones estándar)	Magnitud
Menos de 0,05	Bajo
Entre 0,05 y 0,20	Medio
Sobre 0,20	Alto

II. Selección del grupo de control

La correcta selección de un grupo de control es un paso fundamental para garantizar la validez del análisis de impacto. En esta sección se describe el proceso seguido para definir dicho grupo, desde la justificación de su necesidad hasta la técnica utilizada para asegurar comparabilidad con las escuelas tratadas.

2.1 Necesidad de un buen grupo de control

Para estimar de manera rigurosa el efecto del programa es necesario contar con un grupo de comparación que refleje lo que habría ocurrido en ausencia de la intervención. Un grupo de control bien definido permite aislar el impacto del programa de otros factores externos, evitando atribuir los cambios de una intervención a diferencias estructurales o de otra naturaleza entre escuelas.

De esta forma, se aumenta la confianza en señalar que las diferencias observadas en los resultados pueden entenderse como consecuencia del programa y no como producto de sesgos en la comparación.

2.2 Caracterización del grupo seleccionado

Mediante la técnica Coarsened Exact Matching (CEM) se conformaron diversos grupos de control, con el propósito de seleccionar aquel que presentara las características más equilibradas y comparables con el grupo tratado, permitiendo así una estimación más precisa de los efectos del programa. A partir de esta selección, se presentan a continuación (Tabla N°4) las estadísticas descriptivas antes de la implementación del programa (2015) para el grupo tratado y el grupo de control utilizado en la estimación del impacto, tanto para los años iniciales como los años finales

Como se puede observar, tanto para años iniciales como años finales, los promedios y los porcentajes de cada categoría de las variables son adecuadamente similares en la mayoría de variables entre el grupo de tratados y de control. Sin embargo, esto no basta para determinar cuál es el mejor grupo de control ni para validar su idoneidad, es necesario además, analizar una serie de métricas y criterios de evaluación que permiten verificar la calidad del emparejamiento obtenido mediante estas técnicas.

Tabla N°4: Caracterización antes del tratamiento del grupo seleccionado Años Iniciales

Variables	Grupo Tratado (597 Escuelas)	Grupo Control (9,056 Escuelas)
NIvel Socioeconómico	Nivel 1: **8%** de Esc Tratadas Nivel 2: **26%** de Esc Tratadas Nivel 3: **38%** de Esc Tratadas Nivel 4: **27%** de Esc Tratadas Nivel 5: **1%** de Esc Tratadas	Nivel 1: **4%** de Esc Control Nivel 2: **26%** de Esc Control Nivel 3: **51%** de Esc Control Nivel 4: **16%** de Esc Control Nivel 5: **2%** de Esc Control
Localización	Rural: **40%** de Esc Tratadas Urbano: **60%** de Esc Tratadas	Rural: **35%** de Esc Control Urbano: **65%** de Esc Control
Tipo de Escuela	Estatal: **2%** de Esc Tratadas Municipal: **98%** de Esc Tratadas	Estatal: **1%** de Esc Tratadas Municipal: **99%** de Esc Tratadas
Prop. Profesores y Matrículas	Promedio: **0,05**	Promedio: **0,05**
IDEB	Promedio: **4,70**	Promedio: **4,76**
Lenguaje	Promedio: **190**	Promedio: **191**
Matemáticas	Promedio: **200,8**	Promedio: **202,6**
Matrículas	Promedio: **189,9**	Promedio: **181,4**
Tasa de Aprobación	Promedio: **88,7**	Promedio: **89,4**
Indicador de Rendimiento	Promedio: **0,89**	Promedio: **0,89**

Notas: 1) Las definiciones y características de las variables contextuales están en el Anexo 1.

Tabla N°5: Caracterización antes del tratamiento del grupo seleccionado Años Finales

Variables	Grupo Tratado (325 Escuelas)	Grupo Control (3,548 Escuelas)
Nivel Socioeconómico	Nivel 1: **9%** de Esc Tratadas Nivel 2: **35%** de Esc Tratadas Nivel 3: **34%** de Esc Tratadas Nivel 4: **21%** de Esc Tratadas Nivel 5: **2%** de Esc Tratadas	Nivel 1: **6%** de Esc Control Nivel 2: **28%** de Esc Control Nivel 3: **48%** de Esc Control Nivel 4: **16%** de Esc Control Nivel 5: **2%** de Esc Control
Localización	Rural: **33%** de Esc Tratadas Urbano: **67%** de Esc Tratadas	Rural: **35%** de Esc Control Urbano: **65%** de Esc Control
Tipo de Escuela	Estatal: **18%** de Esc Tratadas Municipal: **82%** de Esc Tratadas	Estatal: **14%** de Esc Tratadas Municipal: **86%** de Esc Tratadas
Prop. Profesores y Matrículas	Promedio: **0,08**	Promedio: **0,08**
IDEB	Promedio: **3,64**	Promedio: **3,89**
Lenguaje	Promedio: **239,8**	Promedio: **241,4**
Matemáticas	Promedio: **241,9**	Promedio: **244,8**
Matrículas	Promedio: **194,4**	Promedio: **122,3**
Tasa de Aprobación	Promedio: **76,82**	Promedio: **81,16**
Indicador de Rendimiento	Promedio: **0,77**	Promedio: **0,81**

Notas: 1) Las definiciones y características de las variables contextuales están en el Anexo 1.

2.3 Criterios de validación del grupo de control (Balance, estadísticas y Common Trends)

Para evaluar si el **grupo de control seleccionado es adecuado** para estimar el impacto, se utilizan diversas métricas y criterios que permiten determinar su validez y compararlo con otras posibles opciones. Estos indicadores se detallan en el **Anexo 3**.

De acuerdo con las métricas aplicadas, el grupo finalmente de control seleccionado (presentado en las Tablas N° 4 y 5, de 9,056 de escuelas para años iniciales y 3,548 de escuelas para años finales) se considera **el más adecuado**, ya que **cumple en mayor medida con los criterios establecidos** en comparación con los demás grupos evaluados. En particular, destaca por satisfacer los criterios fundamentales de estas técnicas, como el **supuesto de tendencias paralelas** (relevante para las estimaciones de impacto), el **balance de variables entre grupos,** entre otros.

Con esta selección, se garantiza en mayor medida que el **grupo de control sea verdaderamente comparable con el grupo tratado**, permitiendo así una **estimación más precisa y confiable de los efectos del programa**.

III. Resultados Variables de impacto Modelo Integral

Este capítulo presenta los resultados del Modelo Integral de ProFuturo. En primer lugar, se presentan los hallazgos de la evaluación realizada en 2024, que sirven como punto de comparación. Luego se muestran los resultados actualizados con la base de datos más amplia y representativa que incorpora los resultados de aprendizaje de Brasil del año 2023. Finalmente, se incorporan estimaciones basadas en la metodología de Callaway & Sant'Anna, que entrega una visión más precisa de la evolución de los impactos del programa en el tiempo.

3.1 Resultados pasados y antecedentes relevantes

Los resultados del estudio realizado durante 2024, mostraron **efectos positivos y significativos en matemáticas, lenguaje e IDEB**, especialmente en los años finales de primaria. En este nivel, las magnitudes alcanzaron hasta **0,62 desviaciones estándar en lenguaje** y **0,49 desviaciones estándar en IDEB**, ambos con alta confianza estadística. También se observaron mejoras en la **tasa de aprobación** y en el **indicador de rendimiento**, con impactos de más de 0,50 desviaciones estándar.

En contraste, en los **años iniciales de primaria** los efectos fueron más modestos: aunque se observaron mejoras en lenguaje y matemáticas, los resultados en matrícula, tasa de aprobación e indicador de rendimiento fueron estadísticamente poco concluyentes.

Esta diversidad de resultados pareciera reflejar algunas limitaciones de la base de datos disponible en ese momento —con escasa cobertura temporal y sólo un par de mediciones posteriores a la implementación— como las diferencias en la dinámica de ejecución del programa entre cohortes y niveles educativos.

La Tabla Nº 6 resume estos hallazgos de la evaluación 2024, que constituyen el punto de comparación para el análisis actualizado que se presenta en este capítulo.

Tabla 6: Resultados estudio 2024

Variables	Años Iniciales	Años Finales
Lenguaje (Efecto promedio de un año)	+0,29 DE (<90% de confianza)	**+0,62 DE (99% de confianza)**
Matemáticas (Efecto promedio de un año)	**+0,25 DE (95% de confianza)**	**+0,41 DE (99% de confianza)**
IDEB (Efecto promedio de un año)	+0.12 DE (<90% de confianza)	**+0,49 DE (99% de confianza)**
Matrícula (Efecto promedio de un año)	**-0.29 DE (99% de confianza)**	**+0,70 DE (90% de confianza)**
Tasa Aprobación (Efecto promedio de un año)	**-0,32 DE (90% de confianza)**	**+0,55 DE (90% de confianza)**
Ind. Rendimiento (Efecto promedio de un año)	-0,26 DE (<90% de confianza)	**+0.54 DE (90% de confianza)**

Con la ampliación de la base de datos del año 2023, fue posible replicar el mismo modelo utilizado en 2024, pero ahora considerando más años y un mayor número de escuelas. Los resultados de esta nueva estimación se presentan en la Tabla N° 7.

En esta actualización se observan varios cambios relevantes. En los **años iniciales**, los impactos se vuelven más significativos aunque de menor magnitud. **Lenguaje y matemáticas** presentan efectos positivos (con un 99% de confianza en ambos casos) pero más moderados que la estimación anterior, mientras que **IDEB, aprobación e indicador de rendimiento** presentan mejoras más claras y estadísticamente sólidas.

En los **años finales**, en cambio, los impactos en **lenguaje y matemáticas** pierden fuerza y dejan de ser concluyentes, vale decir, no es posible aunque se mantienen efectos positivos consistentes en **IDEB, aprobación e indicador de rendimiento**, todos ellos con alta confianza estadística.

Tabla 7: Resultados estudio 2025 utilizando el mismo modelo que en 2024

Variables	Años Iniciales	Años Finales
Lenguaje (Efecto promedio de un año)	**+0,09 DS (99% de confianza)**	+ 0,01 DS (23% de confianza)
Matemáticas (Efecto promedio de un año)	**+0,14 DS (99% de confianza)**	-0,02 DS (40% de confianza)
IDEB (Efecto promedio de un año)	**+0,26 DS (99% de confianza)**	**+0,32 DS (99% de confianza)**
Matrículas (Efecto promedio de un año)	-0,36 DS (79% de confianza)	**+0,07 DS (95% de confianza)**
Tasa Aprobación (Efecto promedio de un año)	**+0,53 DS (99% de confianza)**	**+0,62 DS (99% de confianza)**
Ind. Rendimiento (Efecto promedio de un año)	**+0,51 DS (99% de confianza)**	**+0,61 DS (99% de confianza)**

Estos cambios responden a la **incorporación de un mayor número de años y centros educativos a la estimación**, no obstante parecen introducir una mayor heterogeneidad en los resultados. Se observa que los efectos en **lenguaje y matemáticas** tienden a **disiparse en los años finales**, lo que podría explicarse por dos razones principales: (1) la inclusión de nuevos centros educativos **corrige y ajusta sesgos de cobertura** al ampliar la base de comparación; (2) algunas **cohortes acumulan más tiempo de participación en el programa**, lo que podría reflejar una **etapa de maduración natural**, donde los efectos iniciales más intensos tienden a estabilizarse o moderarse con el tiempo.

Dado lo anterior, y buscando una estimación más robusta que capture mejor la dinámica temporal , se aplicó una metodología alternativa, presentada en la sección siguiente.

3.2 Resultados actualizados y con modelo mejorado

Se utilizó el enfoque propuesto **por Callaway & Sant'Anna (CS)**, que permite **estimar efectos diferenciados por cohorte y periodo,** ajustándose mejor a programas con implementación escalonada. Este método reduce sesgos asociados a variaciones temporales y heterogeneidad entre grupos.

Dado que los **datos disponibles de indicadores académicos se registran en mediciones bienales (cada dos años)**, los resultados se presentan en "periodos" y no en años calendario. Cada período representa el tiempo transcurrido entre una medición y la siguiente, que puede ser de uno o dos años según el momento en que cada escuela ingresó al programa. Por ejemplo, si una escuela comenzó en 2018 y fue evaluada en 2019, su primer periodo equivale a un año; en cambio, si otra se incorporó en 2017 y se evaluó recién en 2019, ese mismo periodo abarca dos años.

En consecuencia, **los resultados que se presentan a continuación corresponden a las estimaciones obtenidas con esta metodología**, que constituye **la referencia principal del análisis realizado**.

La **Tabla N° 8** presenta las estimaciones obtenidas con este enfoque, incorporando controles por municipio, año y características escolares. En esta tabla, cuando se dice Periodo 1, Periodo 2, y Periodo 3, se representa a los centros educativos que tienen 1 o 2 años en programa (Periodo 1); 3 o 4 años en el programa (Periodo 2) y 5 o 6 años en el programa (periodo 3).

Tabla N°8: Estimaciones del programa con la técnica Callaway & Sant'Anna

Variables	Años Iniciales	Años Finales
Lenguaje Periodo 1	**+0,16 DS (99% de confianza)**	+0,05 DS (55% de confianza)
Lenguaje Periodo 2	**+0,24 DS (99% de confianza)**	+0,10 DS (73% de confianza)
Lenguaje Periodo 3	**+0,20 DS (98% de confianza)**	+0,21 DS (17% de confianza)
Matemáticas Periodo 1	**+0,27 DS (99% de confianza)**	-0,35 DS (35% de confianza)
Matemáticas Periodo 2	**+0,45 DS (99% de confianza)**	+0,06 DS (46% de confianza)
Matemáticas Periodo 3	**+0,20 DS (97% de confianza)**	**-0,21 DS (93% de confianza)**
IDEB Periodo 1	**+0,22 DS (99% de confianza)**	**+0,13 DS (97% de confianza)**
IDEB Periodo 2	**+0,33 DS (99% de confianza)**	**+0,27 DS (99% de confianza)**
IDEB Periodo 3	**+0,22 DS (99% de confianza)**	**+0,15 DS (95% de confianza)**
Matrículas Periodo 1	-0,00 DS (15% de confianza)	**+0,03 DS (96% de confianza)**
Matrículas Periodo 2	-0,02 DS (65% de confianza)	**+0,08 DS (99% de confianza)**
Matrículas Periodo 3	-0,05 DS (85% de confianza)	+0,05 DS (78% de confianza)
Tasa Aprobación Periodo 1	**+0,09 DS (97% de confianza)**	**+0,20 DS (99% de confianza)**
Tasa Aprobación Periodo 2	**+0,21 DS (99% de confianza)**	**+0,43 DS (99% de confianza)**
Tasa Aprobación Periodo 3	**+0,29 DS (99% de confianza)**	**+0,30 DS (99% de confianza)**
Ind. Rendimiento Periodo 1	**+0,07 DS (93% de confianza)**	**+0,18 DS (99% de confianza)**
Ind. Rendimiento Periodo 2	**+0,18 DS (99% de confianza)**	**+0,39 DS (99% de confianza)**
Ind. Rendimiento Periodo 3	**+0,21 DS (99% de confianza)**	**+0,26 DS (99% de confianza)**

Notas: Todos los resultados corresponden a modelos de Callaway & Sant'Anna con variables de control socioeconómicas y contextuales.

Resultados generales

Los resultados muestran que el impacto del programa varía según el nivel educativo. En los **años iniciales de primaria**, los efectos son más claros y consistentes, con mejoras significativas tanto en lenguaje como en matemáticas e indicadores de rendimiento, particularmente en el segundo periodo de medición. En los **años finales de primaria**, en cambio, los resultados son más heterogéneos: algunos indicadores muestran efectos positivos y relevantes, mientras que en otros los impactos se diluyen o incluso se revierten. Esto sugiere que las diferencias observadas entre niveles parecen reflejar, en realidad, etapas

distintas de maduración del tratamiento: los impactos iniciales más intensos tienden a moderarse a medida que el programa se consolida en el tiempo.**Resultados por variable**

- **Lenguaje:** en los años iniciales se observan impactos positivos y consistentes en los tres periodos (+0,16 a +0,24 DE), todos con alta confianza estadística. En los años finales, en cambio, los resultados son débiles y no concluyentes, lo que parece indicar que el efecto se concentra en etapas más tempranas de la escolaridad y que es en los grados en que mayoritariamente se implementa el programa.

- **Matemáticas:** en los años iniciales se registran impactos grandes y significativos en los dos primeros periodos (+0,27 y +0,45 DE), que luego se reducen (+0,20 DE). En los años finales los resultados son más heterogéneos e incluso negativos en algunos casos, sin alcanzar niveles de confianza robustos.

- **IDEB:** los efectos son claros y sostenidos en ambos niveles, con impactos positivos y estadísticamente sólidos en todos los periodos (+0,22 a +0,33 DE en iniciales y +0,13 a +0,27 DE en finales). Este indicador se consolida como una de las medidas más consistentes del impacto del programa.

- **Matrícula escolar:** no se encuentran efectos significativos en los años iniciales, mientras que en los años finales se registran impactos positivos pero de magnitud baja (+0,03 a +0,08 DE). Esto sugiere que la influencia del programa sobre la cobertura es limitada.

- **Tasa de aprobación:** en ambos niveles se observan mejoras significativas y crecientes a lo largo de los periodos. En los años iniciales el impacto pasa de +0,09 a +0,29 DE, mientras que en los finales aumenta de +0,20 a +0,43 DE. Es uno de los indicadores donde los efectos del programa son más robustos y sostenidos.

- **Indicador de rendimiento:** se constatan efectos positivos y consistentes en ambos niveles, con magnitudes entre +0,18 y +0,26 DE en finales, y entre +0,07 y +0,21 DE en iniciales, todos estadísticamente significativos. Este resultado refuerza lo observado en la tasa de aprobación y en el IDEB.

3.3 Conclusiones de los resultados

Los resultados obtenidos muestran que el programa **ProFuturo tiene un impacto positivo y significativo en varios de los indicadores clave de la calidad educativa**, especialmente en los años iniciales de primaria. En estas etapas tempranas se observan mejoras claras en **lenguaje y matemáticas**, donde los efectos no sólo aparecen desde el inicio, sino que además **se acentúan en el segundo periodo (3 o 4 años de programa)**, alcanzando su mayor magnitud antes de estabilizarse o atenuarse en el tercero. Este patrón sugiere que el programa logra generar un impulso progresivo en los aprendizajes básicos durante los primeros 3 o 4 años de implementación.

En los años finales, en cambio, los resultados son más heterogéneos. Mientras que el **IDEB**, la **tasa de aprobación** y el **indicador de rendimiento** mantienen impactos positivos y estadísticamente sólidos en todos los periodos, en **lenguaje** y **matemáticas** los efectos resultan más débiles e inestables. **Este contraste sugiere que, en etapas más avanzadas de la**

primaria, el impacto del programa se manifiesta menos en los puntajes de aprendizaje estrictamente cognitivos y más en indicadores integrales del desempeño escolar —como la continuidad de los estudiantes en el sistema, la motivación por aprender o la gestión pedagógica de las escuelas—. En ese sentido, los efectos sostenidos en IDEB y aprobación parecen reflejar una mejora más estructural en el funcionamiento del sistema escuela o centro educativo, vinculada al fortalecimiento de las prácticas docentes y de la cultura institucional de aprendizaje promovida por ProFuturo.

Por su parte, los indicadores asociados a la **cobertura escolar (matrícula)** muestran impactos reducidos y poco consistentes, lo que confirma que el aporte principal del programa se orienta a la **calidad de los aprendizajes y la progresión escolar**, más que a la expansión de la cobertura.

En conjunto, los resultados permiten concluir que **ProFuturo genera un efecto positivo sostenido en el aprendizaje y en la aprobación de los estudiantes, con un momento de especial intensidad en durante los años 3 y 4 de participación en el programa**, y que mantiene impactos estables en indicadores integrales como el IDEB y el rendimiento escolar.

IV. Resultados Variables internas

Tras identificar los impactos del Modelo Integral en los distintos indicadores educativos, el siguiente paso fue examinar **qué aspectos de la implementación del programa están más estrechamente vinculados con esos resultados positivos.** Esta sección busca aportar una mirada más explicativa, orientada a comprender los factores que fortalecen o limitan la efectividad del programa en los centros educativos participantes.

Para ello, se aplicaron los modelos y técnicas descritas en la sección metodológica —**Elastic Net** y regresiones por **Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)**— sobre las variables de resultado que mostraron efectos positivos y estadísticamente significativos en la etapa anterior. Estos procedimientos permitieron identificar **qué componentes del programa presentan las asociaciones más consistentes con las mejoras observadas,** considerando tanto elementos pedagógicos como de gestión y uso de la tecnología.

Los resultados que se presentan a continuación deben interpretarse como **patrones empíricos que ayudan a generar hipótesis sobre los mecanismos de cambio del programa**. En ese sentido, esta sección complementa el análisis de impacto al ofrecer una imágen más detallada **qué procesos y actividades de ProFuturo contribuyen a mejorar la calidad educativa** en los centros que implementan el Modelo Integral.

4.1 Resultados modelos Machine Learning

Con respecto a los resultados de la técnica Elastic Net, el mejor desempeño predictivo se obtiene al incluir todas las variables de implementación (a excepción de las variables que se eliminaron por las razones que se mencionaron anteriormente), **lo que sugiere que cada una aporta información valiosa para explicar el crecimiento de las variables de resultado.** Dado que este patrón se observó en la mayoría de los crecimientos de las variables de resultado (véase Anexo 18 para más detalles), todas las relaciones entre las variables de implementación y dichos crecimientos se estimaron considerando el conjunto completo de variables de implementación.

4.2 Resultados modelo regresión Lineal controlando por variables contextuales

A continuación, se presentan los resultados de las relaciones entre las variables de implementación y el crecimiento de aquellas variables de resultado que, en la sección anterior, mostraron un efecto positivo y estadísticamente significativo.

Los coeficientes presentados en las tablas 9 a 13, indican la **magnitud y dirección de la asociación** entre cada variable recogida por ProFuturo de la implementación del programa y el crecimiento de los indicadores educativos analizados (Lenguaje, Matemáticas, IDEB, Aprobación y Rendimiento).

Al estar expresados en **porcentajes**, cada valor representa el **cambio porcentual estimado en la variable de resultado** asociado a un aumento de una unidad en la variable de implementación correspondiente, manteniendo constantes las demás variables del modelo. Por ejemplo:

- Un coeficiente de **+3,23%** en la variable *"Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante"* para la tasa de aprobación implica que, en promedio, **por cada punto adicional en ese indicador de uso, la tasa de aprobación aumenta en 3,23%**, controlando por las demás condiciones.

Por último, la descripción de cada una de las variables se encuentra en el Anexo 2; sin embargo, es importante precisar que las **variables de carácter mensual o cuatrimestral no corresponden a un mes o periodo específico**, sino que **representan el promedio de esos valores, en el periodo correspondiente, para cada establecimiento durante el año analizado**.

4.2.1 Lenguaje

Tabla 9: Análisis de Correlaciones para Lenguaje

Variable Resultado: Lenguaje	Años Iniciales	Años Finales
% Cuatrimestral de docentes activos	-0,08% (98% de confianza)	No se encontraron efectos significativos
% Mensual de estudiantes con actividad	+0,05% (93% de confianza)	No se encontraron efectos significativos
Índice de uso	+45,1% (98% de confianza)	No se encontraron efectos significativos

Notas: Las definiciones y características de las variables están en el Anexo 2.

4.2.2 Matemáticas

Tabla 10: Análisis de Correlaciones para Matemáticas

Variable Resultado: Matemáticas	Años Iniciales	Años Finales
% Cuatrimestral de docentes activos	-0,09% (99% de confianza)	No se encontraron efectos significativos
% Mensual de estudiantes con actividad	+0,09% (99% de confianza)	No se encontraron efectos significativos
% tablets dañados sobre totales	+0,05% (91% de confianza)	No se encontraron efectos significativos

Notas: Las definiciones y características de las variables están en el Anexo 2.

4.2.3 IDEB

Tabla 11: Análisis de Correlaciones para IDEB

Variable Resultado: IDEB	Años Iniciales	Años Finales
% Cuatrimestral de docentes activos	-0,1% (98% de confianza)	-
% Mensual de estudiantes con actividad	+0,07% (94% de confianza)	-
% tablets dañados sobre totales	+0,1% (99% de confianza)	-
Nivel de seguridad de la solución PF	-	+25,7% (98% de confianza)
Formación recibida por los docentes de la escuela	-	-8,0% (99% de confianza)
N° de reportes de trabajo con centro educativo	-	+1,5% (90% de confianza)
Disponibilidad de conectividad por parte de los docentes para recibir formación online	-	-23,3% (93% de confianza)
Disponibilidad de conectividad en la escuela para envío	-	+13.5% (95% de confianza)

Notas: Las definiciones y características de las variables están en el Anexo 2.

4.2.4 Tasa de Aprobación

Tabla 12: Análisis de Correlaciones para Tasa de Aprobación

Variable Resultado: Aprobación	Años Iniciales	Años Finales
% Mensual de estudiantes con actividad	-0,02% (93% de confianza)	-
Presencia de la figura/s del docente líder en la escuela	+0,9% (90% de confianza)	-
Docentes en la escuela interesados en incorporarse al proyecto	-0,7% (91% de confianza)	-
% tablets dañados sobre totales	+0,05% (99% de confianza)	-
Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante	-	+3,2% (95% de confianza)
Motivación docentes participantes	-	-3,5% (95% de confianza)
Integración de la tecnología Profuturo en la planificación educativa	-	+7,2% (92% de confianza)
Formación recibida por los docentes de la escuela	-	-2,8 % (91% de confianza)

Notas: Las definiciones y características de las variables están en el Anexo 2.

4.2.5 Indicador de Rendimiento

Tabla 13: Análisis de Correlaciones para Indicador de Rendimiento

Variable Resultado: Rendimiento	Años Iniciales	Años Finales
% Mensual de estudiantes con actividad	-0,02% (91% de confianza)	-
Equipamiento deteriorado ocasionado por un uso inadecuado o inseguro	+0,9% (90% de confianza)	-
% tablets dañados sobre totales	+0,05% (99% de confianza)	-
Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante	-	+3,3% (96% de confianza)
Motivación docentes participantes	-	-3,3% (93% de confianza)
Integración de la tecnología Profuturo en la planificación educativa	-	+7,0% (90% de confianza)
Formación recibida por los docentes de la escuela	-	-2,8% (90% de confianza)

Notas: Las definiciones y características de las variables están en el Anexo 2.

Como se observa en las tablas anteriores, en los años iniciales las variables de implementación que presentan asociaciones significativas y positivas con los avances en aprendizaje y desempeño escolar son el **porcentaje mensual de estudiantes con actividad**, el **índice de uso** y la **integración de la tecnología en la planificación educativa**, junto con el **equipamiento deteriorado** y el **porcentaje de tablets dañados**, que en este contexto parecerían reflejar **una mayor intensidad de uso** que un problema de fallas técnicas. Asimismo, la **presencia de docentes líderes** se vincula positivamente con la tasa de aprobación, lo que sugiere que el **liderazgo pedagógico y la coordinación interna** son factores relevantes para la sostenibilidad del programa.

En contraste, el **porcentaje cuatrimestral de docentes activos** muestra una relación negativa con Lenguaje, Matemáticas e IDEB. Este resultado podría reflejar, a modo de hipótesis, que una **alta participación formal de docentes no siempre implica un uso pedagógico más profundo o sostenido**, o bien que **el aumento de actividades simultáneas genera sobrecarga y dispersión de esfuerzos**. También es posible que, en escuelas con mayor rotación o participación de docentes nuevos, los procesos de apropiación tecnológica y pedagógica aún estén en una etapa incipiente.

En los **años finales**, las asociaciones se concentran en variables relacionadas con la **infraestructura, la conectividad y la gestión técnica**. Destacan el **nivel de seguridad de la**

solución ProFuturo, la **disponibilidad de conectividad en la escuela**, el **número de reportes de trabajo con el centro educativo** y la **integración tecnológica en la planificación**, todas con asociaciones positivas. En cambio, las variables vinculadas a la **formación docente y la motivación** presentan asociaciones negativas, lo que podría estar vinculado a **la transición hacia nuevas modalidades de trabajo (como el uso de Mate PF o la migración a entornos más online)** o a **la heterogeneidad en la calidad y pertinencia de las capacitaciones ofrecidas**.

Estas tendencias sugieren que el **rol docente en la implementación del programa** no se explica solo por la cantidad de participación, sino por **cómo se articula esa participación con los recursos tecnológicos, la infraestructura disponible y los tiempos institucionales**. Comprender mejor estos patrones será clave para fortalecer los componentes formativos y de acompañamiento en futuras fases del programa.

4.3 Conclusiones de los resultados

Los resultados del análisis mediante Elastic Net muestran que, en general, **el conjunto completo de variables de implementación parece contribuir de manera conjunta a explicar el crecimiento de las variables de resultado**. Esto sugiere que los distintos componentes del Modelo Integral operan de forma complementaria y no aislada. La coherencia observada en la mayoría de los modelos refuerza la idea de que **el impacto del programa depende de una implementación integral y articulada**, más que de la presencia de un solo factor determinante.

Por su parte, los resultados del modelo de regresión lineal confirman que **existen asociaciones relevantes entre ciertas variables de implementación y los avances en aprendizaje, aprobación e indicadores de rendimiento**. En los años iniciales, las relaciones positivas se concentran principalmente en el **uso efectivo de la plataforma**, la **presencia de docentes líderes** y la **integración tecnológica en la planificación pedagógica**, todas vinculadas a mejoras en Lenguaje, Matemáticas, IDEB, tasa de aprobación e indicador de rendimiento. No obstante, destaca una excepción importante: el **% cuatrimestral de docentes activos presenta una relación negativa**, lo que podría reflejar que una alta participación formal no necesariamente implica un uso pedagógico más efectivo.

En los años finales, las asociaciones se vuelven más heterogéneas, pero resaltan algunos patrones claros. Factores relacionados con la **infraestructura y la gestión técnica**, como el **nivel de seguridad de la solución PF** y la **disponibilidad de conectividad**, se asocian positivamente con el crecimiento del IDEB y otros indicadores. En cambio, **la motivación y la formación docente muestran asociaciones negativas**, lo que sugiere que en esta etapa los resultados dependen más de las **condiciones institucionales** que de los factores individuales.

En conjunto, estos hallazgos indican que **los años iniciales concentran los efectos más claros y consistentes de la implementación**, mientras que en los años finales las relaciones son más dependientes del entorno y de la capacidad de gestión del centro educativo.

En línea con el estudio del año 2024, estos resultados refuerzan la necesidad de contar con una evaluación que tenga mayor control de la implementación del programa y que profundice el funcionamiento del Modelo Integral en las escuelas con en un análisis cualitativo complementario. Comprender los factores que median la relación entre la

implementación del programa y los resultados observados exige explorar las **percepciones, prácticas y condiciones locales de las escuelas y docentes**. Este enfoque permitirá **identificar los mecanismos que potencian o limitan el impacto del Modelo Integral**, aportando evidencia clave para ajustar la estrategia de acompañamiento y fortalecer la sostenibilidad de los logros educativos.

V. Conclusiones del estudio y aprendizajes relevantes

El análisis realizado en esta nueva etapa de evaluación confirma que **ProFuturo ha logrado generar impactos positivos y significativos en los centros educativos de educación básica en Brasil**, especialmente en los primeros años de la primaria. Lenguaje y matemáticas muestran efectos consistentes y, en ambos casos, los resultados se intensifican en el segundo periodo de implementación, reflejando que el programa necesita un tiempo de maduración para desplegar todo su potencial. El **IDEB, la tasa de aprobación y el indicador de rendimiento** también registran mejoras sostenidas, consolidándose como dimensiones donde el aporte del programa es más estable y duradero. En contraste, los resultados asociados a la **matrícula escolar** son más débiles y poco concluyentes, lo que refuerza la idea de que la contribución principal del programa se concentra en la calidad educativa más que en la cobertura.

Un segundo gran hallazgo es que los **efectos tienden a atenuarse en los años finales de primaria**, lo que abre preguntas importantes sobre la sostenibilidad de los logros iniciales. Esta evidencia invita a reflexionar sobre cómo reforzar las estrategias pedagógicas y de acompañamiento en los niveles superiores, de manera que los aprendizajes conseguidos en los primeros años se consoliden y acompañen a los estudiantes durante toda su trayectoria escolar.

Al mirar los factores de implementación, emergen aprendizajes valiosos: el **uso efectivo de la plataforma**, la **presencia de docentes líderes** y la **integración de la tecnología en la planificación pedagógica** aparecen como elementos que potencian los resultados en los años iniciales. En los años finales, en cambio, cobran más importancia las **condiciones de gestión e infraestructura**, como la conectividad o el soporte técnico de los equipos. Esto confirma que el éxito del programa no depende de un solo factor aislado, sino de la combinación equilibrada de varios componentes que actúan de manera complementaria.

Aprendizajes clave para la mejora del programa

A partir de los hallazgos, se identifican aprendizajes relevantes:

1. **Fortalecer los primeros años de implementación**: los mayores efectos se concentran en los niveles iniciales, lo que confirma la importancia de consolidar allí el modelo para asegurar bases sólidas de aprendizaje.

2. **Diseñar estrategias de sostenibilidad del impacto del programa**: es necesario reforzar los mecanismos que permitan mantener los logros en el mediano y largo

plazo, especialmente en los años finales de la primaria.

3. **Equilibrar pedagogía e infraestructura**: los resultados muestran que el éxito depende tanto de la apropiación pedagógica como de la solidez tecnológica y organizacional de los centros educativos que implementan el programa.

4. **Atender a la heterogeneidad de contextos**: las diferencias entre escuelas rurales y urbanas, entre niveles socioeconómicos y entre cohortes de incorporación demandan apoyos diferenciados y flexibles.

5. **Avanzar hacia una implementación integral**: más que centrarse en un solo factor, la evidencia sugiere que la clave está en una estrategia articulada que combine liderazgo docente, acompañamiento pedagógico, uso intensivo de la plataforma y gestión institucional.

Finalmente, es posible afirmar que los resultados observados en este análisis parecen mostrar un camino efectivo de cómo los programas de innovación digital como ProFuturo tienen el potencial de generar mejoras significativas en la calidad educativa, aún en contextos de alta vulnerabilidad. No obstante, también evidencian que dichos impactos requieren condiciones institucionales mínimas, estrategias sostenibles y un enfoque adaptado a cada etapa escolar.

Anexos

Anexo 1: Variables Contextuales

Variables	Definición	Tipo de Variable	Rango	Importancia
Nivel Socioeconómico	Clasificación del nivel económico y social del hogar del estudiante. Va de menor a mayor clasificación	Categórica	De 1 a 5	Controla diferencias en el contexto socioeconómico de los estudiantes, que pueden influir en los resultados educativos
Localización	Indica si la escuela se encuentra en zona urbana (1) o rural (0)	Dummy	De 0 a 1	Permite comparar escuelas con similares condiciones geográficas y de acceso a recursos
Tipo de Escuela	Diferencia entre escuelas Estatales (1) y Municipales (2)	Categórica	De 1 a 2	Controla por diferencias estructurales y de gestión entre tipos de establecimiento
Prop. Profesores y Matrículas	Proporción de docentes respecto al número total de matrículas en la escuela	Numérica Continua	De 0 a 2	Controla por el tamaño y la dotación de personal del establecimiento, asociado a la capacidad de atención educativa
Prop. Computadores Matrículas	Proporción de computadores respecto al número total de matrículas en la escuela	Numérica Continua	De 0 a 29	Controla por la disponibilidad de recursos tecnológicos en la escuela
Computador	Indica si la escuela cuenta con computadores disponibles (1) o no (0)	Dummy	De 0 a 1	Controla el acceso a infraestructura tecnológica básica
Municipio	Código identificador del municipio al que pertenece la escuela	Categórica	Toma el número del municipio	Permite controlar por heterogeneidades territoriales y contextuales entre municipios
Uso de internet para el aprendizaje	Indica si la escuela utiliza internet como herramienta educativa (1) o no (0)	Dummy	De 0 a 1	Controla el nivel de integración tecnológica en los procesos pedagógicos

Anexo 2: Variables de Implementación

Variables	Definición	Tipo de Variable	Rango
% Cuatrimestral de docentes activos	Promedio cuatrimestral del porcentaje de docentes del establecimiento que registraron participación activa en la plataforma durante los distintos cuatrimestres del año.	Numérica continua	De 0 a 100
% Mensual de estudiantes con actividad	Promedio mensual del porcentaje de estudiantes del establecimiento que registraron actividades en la plataforma durante los distintos meses del año.	Numérica continua	De 0 a 100
Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante	Promedio cuatrimestral del número de días de uso de la plataforma por estudiante durante los distintos cuatrimestres del año.	Categórica	De 0 a 7
% Cuatrimestral de docentes activos de Matemáticas PF	Promedio cuatrimestral del porcentaje de docentes de Matemáticas que participaron activamente en la plataforma durante los distintos cuatrimestres del año.	Numérica continua	De 0 a 100
% Mensual de estudiantes con actividad de Matemáticas PF	Promedio mensual del porcentaje de estudiantes que realizaron actividades en Matemáticas PF durante los distintos meses del año.	Numérica continua	De 0 a 100
Promedio cuatrimestral de días de uso por estudiante de Matemáticas PF	Promedio cuatrimestral del número de días de uso de la plataforma por estudiante en el área de Matemáticas durante los distintos cuatrimestres del año.	Categórica	De 0 a 2
Motivación docentes participantes	Nivel de motivación de los docentes que participan en el programa, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Compromiso del equipo directivo	Grado de compromiso del equipo directivo con el programa, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Actividades de control y cuidado de la solución PF	Existencia de acciones de monitoreo y mantenimiento del equipamiento PF, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Equipamiento deteriorado ocasionado por un uso inadecuado o inseguro	Nivel de deterioro del equipamiento atribuido a un uso inapropiado, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1

Presencia de la figura/s del docente líder en la escuela	Existencia de uno o más docentes líderes encargados de la implementación del programa, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Docentes responsable o líderes del proyecto competentes	Nivel promedio de competencia de los docentes líderes del proyecto	Numérica continua	De 3,3 a 10
Integración de la tecnología Profuturo en la planificación educativa	Grado en que la tecnología PF se incorpora en la planificación pedagógica, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Transformación de las prácticas educativas	Nivel de cambio observado en las prácticas pedagógicas a partir del uso de la tecnología, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Docentes interesados en incorporarse al proyecto	Porcentaje o presencia de docentes interesados en sumarse al programa, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Nivel de seguridad de la solución PF	Evaluación del grado de seguridad en el uso y resguardo del equipamiento PF, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Nº de laptops / tablets / proyector sustraídos en el año	Número de dispositivos extraviados o robados durante el año escolar	Numérica continua	De 0 a 2
Ratio de tablets en funcionamiento por estudiante	Relación entre el número de tablets operativas y la cantidad total de estudiantes	Numérica continua	De 0 a 30
% de soluciones dañadas	Porcentaje de equipos o soluciones PF con daños	Numérica continua	De 0 a 100
% tablets dañados sobre totales	Proporción de tablets dañadas respecto al total existente	Numérica continua	De 0 a 100
Disponibilidad de otro equipamiento para los alumnos	Indica si existen otros dispositivos o recursos tecnológicos para los estudiantes, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Nº de equipos no PF (descriptivo)	Número de dispositivos tecnológicos no pertenecientes a la iniciativa Profuturo	Numérica continua	Mayor o igual a 0
Años de antigüedad en la escuela	Tiempo promedio de permanencia de los docentes o equipo en la institución	Numérica continua	De 0 a 3
Uso de otras plataformas	Indica si la escuela utiliza plataformas	Dummy	De 0 a 1

educativas (descriptivo)	educativas adicionales a Profuturo, esta variable puede ser Sí (1) o No (0)		
Índice de uso	Medida sintética del nivel general de utilización de la plataforma PF	Numérica continua	De 0 a 0,23
Formación recibida por los docentes de la escuela	Nivel de formación que han recibido los docentes sobre el uso de la plataforma, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
Alcance de la formación docente	Mide el grado en que la formación ofrecida por el programa Profuturo alcanzó a los docentes de la escuela, esta variable puede ser Alto (1) o Bajo (0)	Dummy	De 0 a 1
N° de reportes de trabajo con centro educativo	Cantidad de reportes emitidos sobre la colaboración con el centro educativo	Numérica continua	De 0 a 34
Disponibilidad de conectividad por parte de los docentes para recibir formación online	Indica si los docentes tienen acceso a conectividad para realizar capacitaciones en línea, esta variable puede ser Sí (1) o No (0)	Dummy	De 0 a 1
Disponibilidad de conectividad en la escuela para envío	Indica si la escuela dispone de conectividad para envío de información o materiales, esta variable puede ser Sí (1) o No (0)	Dummy	De 0 a 1
Disponibilidad de conectividad en las aulas para realizar actividades online con estudiantes	Indica si las aulas cuentan con conexión para realizar actividades educativas en línea, esta variable puede ser Sí (1) o No (0)	Dummy	De 0 a 1

Anexo 3: Métricas para validar las técnicas usadas

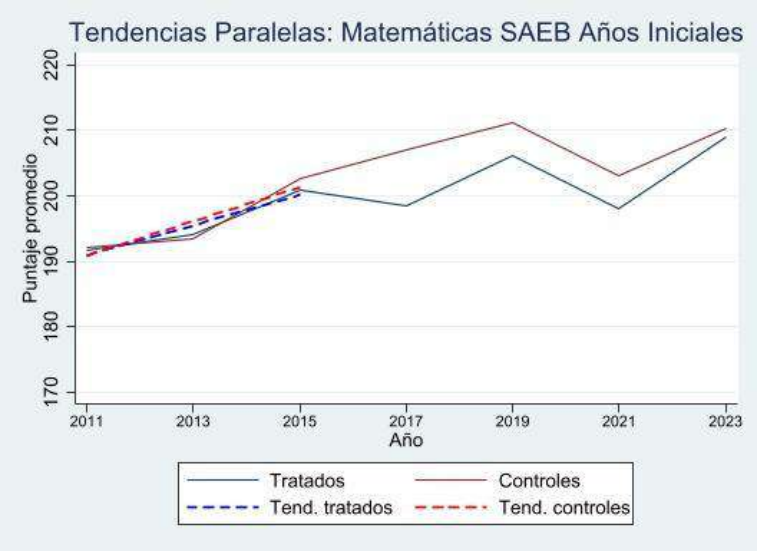
Métrica	¿Qué mide?	Criterio recomendado	Grupo Seleccionado	Nota:
Tendencias Paralelas	La tendencia pre-tratamiento haya sido la misma para los grupos de tratados y control	Ambas tendencias tengan la misma pendiente o similares	✔ Se cumple en la mayoría de las variables de resultado	En el caso de este estudio, la tendencia previa corresponde a los resultados hasta el año 2015.
SMD (Standardized Mean Difference) covariables (*)	Diferencia estandarizada en cada covariable pre-tratamiento (año en donde se hizo el CEM)	Ideal < 0.10 (aceptable hasta 0.20)	✔ Se cumple en la mayoría de variables contextuales y en varias de resultado	Aunque es mejor, no es necesario que esta condición se cumpla en las variables de resultado, solo en las variables contextuales.
Rubin's R	Ratio de varianzas de las covariables tratados/controles	Entre 0.5 y 2.0	✔ Se cumple en la mayoría de variables	
SMD del outcome pre tratamiento	Diferencia estandarizada en cada variable resultado pre tratamiento (para cada año pretratamiento)	Ideal < 0.10 (aceptable hasta 0.20)	✔ Se cumple en la mayoría de variables contextuales y resultado	
MDE (Minimum Detectable Effect)	Tamaño mínimo de efecto detectable con 80% de poder	Más bajo = mejor	✔ Se cumple que tiene el mínimo con respecto a los demás grupos	

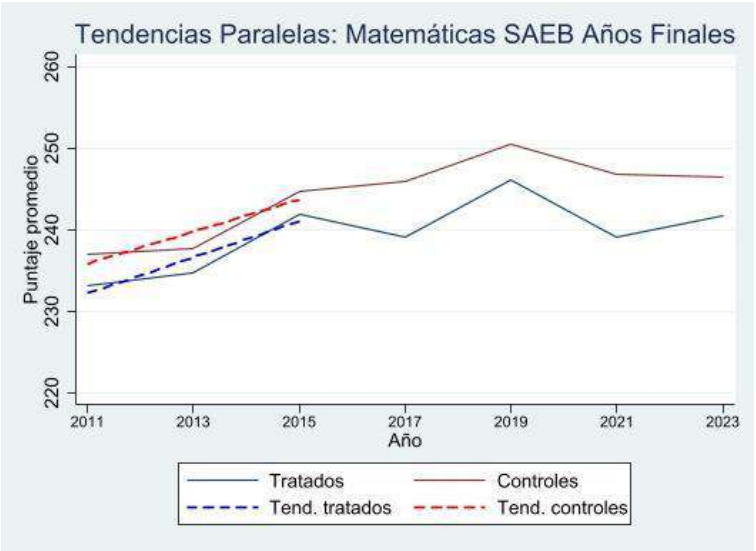
Nota: (*) En caso de ser una variable contextual tipo dummy, el SDM se calcula como:

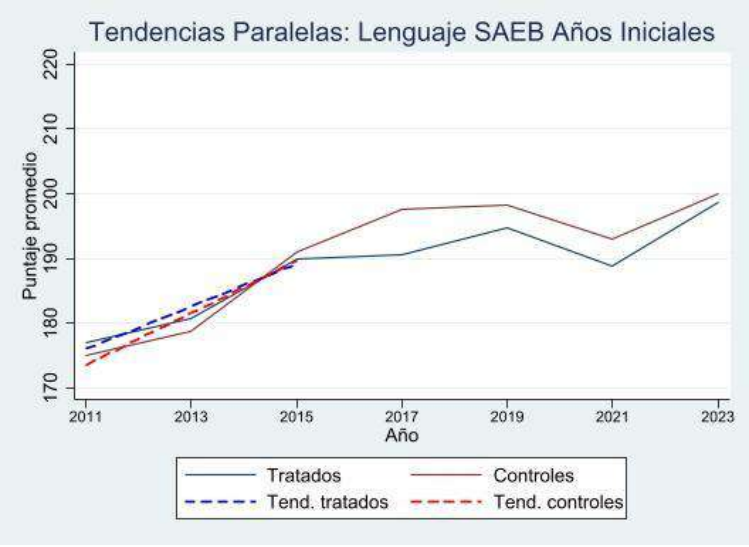
$$SDM = \frac{pT - pC}{\sqrt{\frac{pT(1-pT)+pC(1-pC)}{2}}}$$

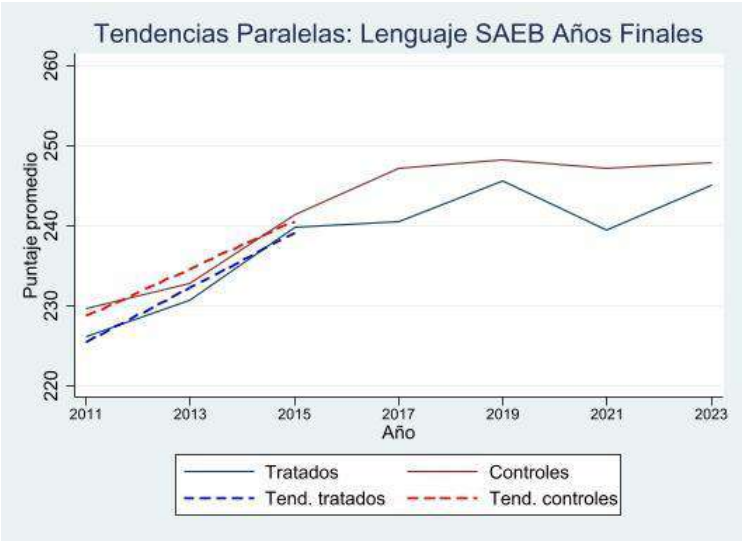
(Diferencia en proporciones dividida por la desviación estándar combinada de una variable Bernoulli). En caso de ser una variable contextual categórica, realizar variables dummies por cada categoría de la variable y calcular el SDM de la variable contextual dummy (fórmula anterior de esta nota).

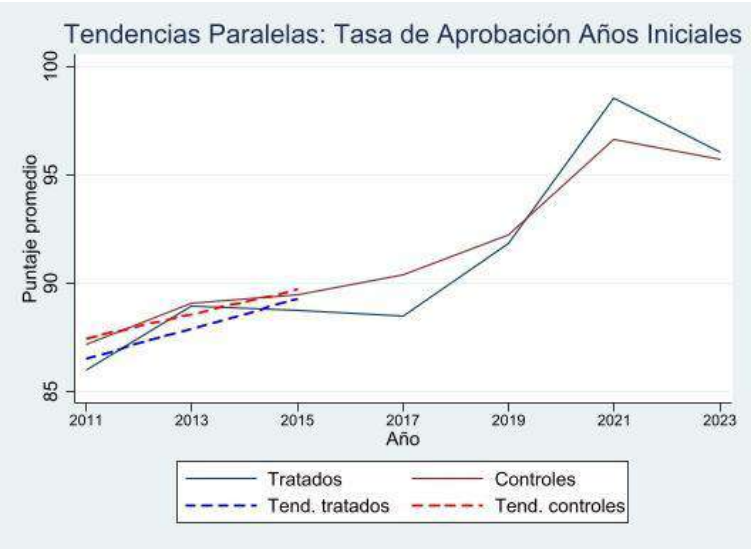
Anexo 4: Gráficos de tendencias paralelas

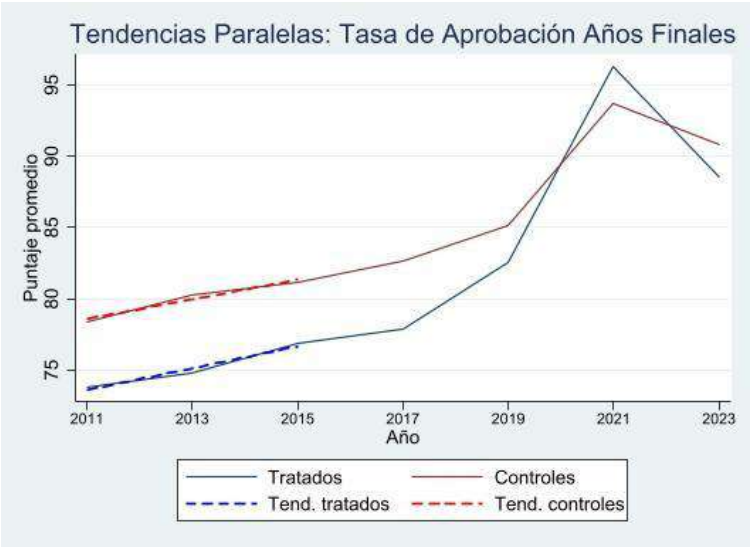


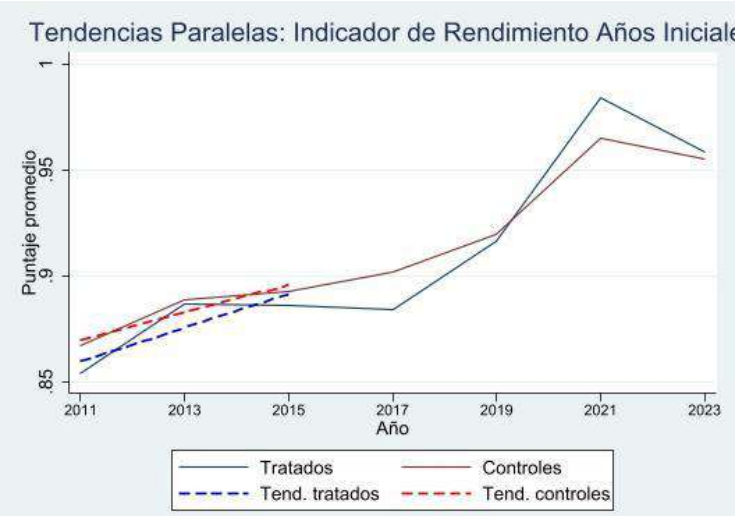


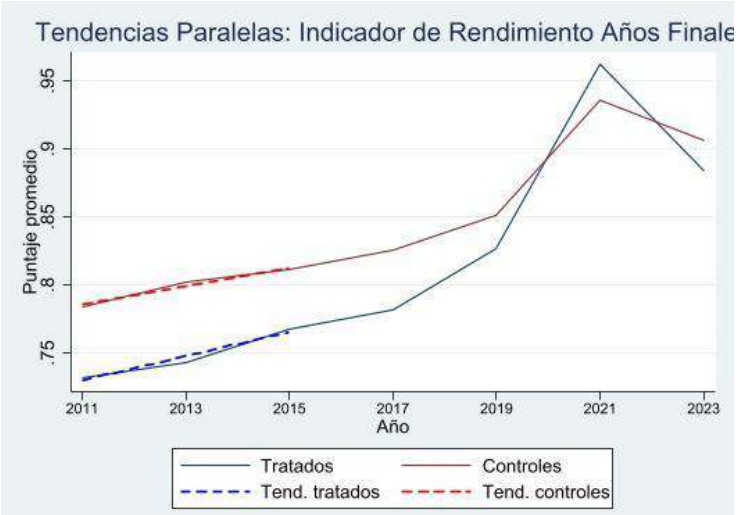


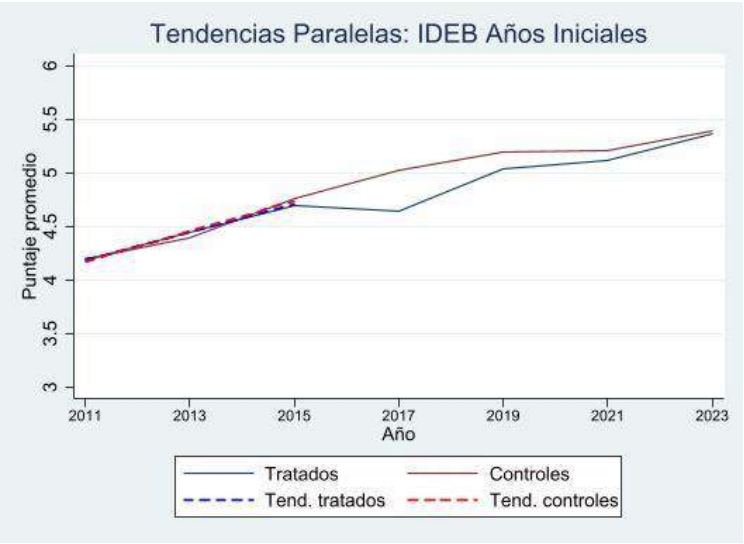


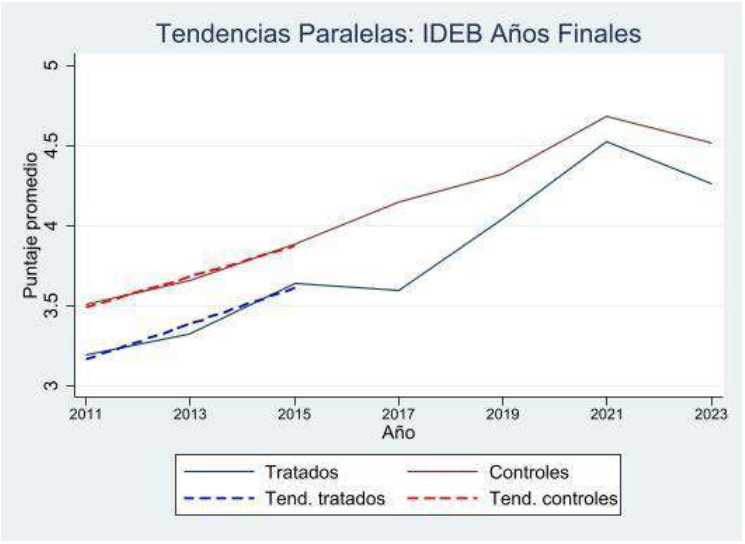

Tendencias Paralelas: Tasa de Aprobación Años Iniciales
Puntaje promedio
85
90
95
100
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles


Tendencias Paralelas: Tasa de Aprobación Años Finales
Puntaje promedio
75
80
85
90
95
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles


Tendencias Paralelas: Indicador de Rendimiento Años Iniciale
Puntaje promedio
.85
.9
.95
1
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles


Tendencias Paralelas: Indicador de Rendimiento Años Finale
Puntaje promedio
.75
.8
.85
.9
.95
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles


Tendencias Paralelas: IDEB Años Iniciales
Puntaje promedio
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles


Tendencias Paralelas: IDEB Años Finales
Puntaje promedio
3
3.5
4
4.5
5
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles

Tendencias Paralelas: Matrículas Años Iniciales
Puntaje promedio
140
160
180
200
220
240
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles

Tendencias Paralelas: Matrículas Años Finales
Puntaje promedio
100
150
200
250
300
2011
2013
2015
2017
2019
2021
2023
Año
Tratados
Controles
Tend. tratados
Tend. controles

Anexo 5: Estadísticas de Balance para selección de grupo de control (Años iniciales)

Tipo de Covariable	Covariables	Media Tratado	Media Control	Varianza Tratado	Varianza Control	SDM 2015	SDM Absoluto	¿Balanceada?	R de Rubin	¿Cumple R de Rubin?
Continua	Ratio Profesores - Matrícula	-0,01	0,00	0,67	1,02	-0,01	0,01	SÍ	0,66	Sí
Dummy	Localización	0,60	0,65	0,24	0,23	-0,10	0,10	SÍ	1,05	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 1	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,05	SÍ	1,50	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 2	0,15	0,13	0,13	0,12	0,06	0,06	SÍ	1,13	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 3	0,33	0,36	0,22	0,23	-0,07	0,07	SÍ	0,96	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 4	0,25	0,30	0,19	0,21	-0,11	0,11	SÍ	0,90	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 5	0,23	0,16	0,18	0,14	0,18	0,18	SÍ	1,32	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 6	0,01	0,03	0,01	0,03	-0,12	0,12	SÍ	0,42	NO
Dummy	Región 1	0,00	0,01	0,00	0,01	-0,16	0,16	SÍ	0,00	NO
Dummy	Región 2	0,66	0,59	0,23	0,24	0,14	0,14	SÍ	0,93	Sí
Dummy	Región 3	0,00	0,05	0,00	0,05	-0,33	0,33	NO	0,00	NO
Dummy	Región 4	0,08	0,12	0,08	0,11	-0,13	0,13	SÍ	0,71	Sí
Dummy	Región 5	0,26	0,23	0,19	0,18	0,08	0,08	SÍ	1,09	Sí
Dummy	Escuela Urbana	0,02	0,00	0,02	0,00	0,17	0,17	SÍ	8,06	NO
Dummy	Escuela Rural	0,98	1,00	0,02	0,00	-0,17	0,17	SÍ	8,06	NO

Tipo de Variable de resultado	Media Tratado	Media Control	Varianza Tratado	Varianza Control	SDM 2015	Balanceada
IDEB	-0,06	0,01	1,17	0,99	-0,07	SÍ
Lenguaje	-0,04	0,00	1,06	0,99	-0,05	SÍ
Matemáticas	-0,09	0,01	0,76	1,02	-0,10	SÍ
Matricula	0,06	0,00	0,91	1,01	0,06	SÍ
Tasa de aprobación	-0,08	0,01	1,42	0,96	-0,08	SÍ
Indicador de rendimiento	-0,08	0,01	1,41	0,96	-0,08	SÍ

Anexo 6: Estadísticas de Balance para selección de grupo de control (Años finales)

Tipo de Covariable	Covariables	Media Tratado	Media Control	Varianza Tratado	Varianza Control	SDM 2015	SDM Absoluto	¿Balanceada?	R de Rubin	¿Cumple R de Rubin?
Continua	Ratio Profesores - Matrícula	-0,10	0,01	1,32	0,97	-0,10	0,10	SÍ	1,37	Sí
Dummy	Localización	0,67	0,65	0,22	0,23	0,03	0,03	SÍ	0,98	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 1	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	SÍ	1,33	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 2	0,19	0,14	0,15	0,12	0,13	0,13	NO	1,26	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 3	0,36	0,36	0,23	0,23	0,01	0,01	SÍ	1,01	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 4	0,22	0,29	0,17	0,21	-0,16	0,16	NO	0,83	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 5	0,20	0,16	0,16	0,14	0,09	0,09	SÍ	1,16	Sí
Dummy	Nivel Socioeconómico 6	0,01	0,03	0,01	0,03	-0,14	0,14	NO	0,39	NO
Dummy	Región 1	0,00	0,01	0,00	0,01	-0,15	0,15	NO	0,00	NO
Dummy	Región 2	0,68	0,59	0,22	0,24	0,19	0,19	NO	0,89	Sí
Dummy	Región 3	0,00	0,03	0,00	0,03	-0,25	0,25	NO	0,00	NO
Dummy	Región 4	0,12	0,14	0,10	0,12	-0,08	0,08	SÍ	0,84	Sí
Dummy	Región 5	0,20	0,22	0,16	0,17	-0,06	0,06	SÍ	0,92	Sí
Dummy	Escuela Urbana	0,18	0,14	0,15	0,12	0,13	0,13	NO	1,27	Sí
Dummy	Escuela Rural	0,82	0,86	0,15	0,12	-0,13	0,13	NO	1,27	Sí

Tipo de Variable de resultado	Media Tratado	Media Control	Varianza Tratado	Varianza Control	SDM 2015	Balanceada
IDEB	-0,24	0,03	0,92	1,00	-0,27	No
Lenguaje	-0,08	0,01	0,82	1,02	-0,09	SÍ
Matemáticas	-0,15	0,02	0,64	1,04	-0,18	Sí
Matricula	-0,15	-0,58	0,56	0,76	0,53	No
Tasa de aprobación	-0,29	0,03	1,25	0,96	-0,31	No
Indicador de rendimiento	-0,29	0,03	1,24	0,96	-0,31	No

Anexo 7: Efecto del programa para Lenguaje

Lenguaje	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	**+0,13 DS (99% de confianza)**	**+0,16 DS (99% de confianza)**	**+0,15 DS (99% de confianza)**	+0,05 DS (55% de confianza)
periodo 2	-	**+0,24 DS (99% de confianza)**	-	+0,10 DS (73% de confianza)
periodo 3	-	**+0,20 DS (98% de confianza)**	-	+0,21 DS (17% de confianza)

Anexo 8: Efecto del programa para Matemáticas

Matemáticas	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	**+0,21 DS (99% de confianza)**	**+0,27 DS (99% de confianza)**	**+0,10 DS (95% de confianza)**	-0,35 DS (35% de confianza)
periodo 2	-	**+0,45 DS (99% de confianza)**	-	+0,06 DS (46% de confianza)
periodo 3	-	**+0,20 DS (97% de confianza)**	-	**-0,21 DS (93% de confianza)**

Anexo 9: Efecto del programa para IDEB

IDEB	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	**+0,26 DS (99% de confianza)**	**+0,22 DS (99% de confianza)**	**+0,35 DS (99% de confianza)**	**+0,13 DS (97% de confianza)**
periodo 2	**-**	**+0,33 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,27 DS (99% de confianza)**
periodo 3	**-**	**+0,22 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,15 DS (95% de confianza)**

Anexo 10: Efecto del programa para Matrículas

Matrícula	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	-0,01 DS (30% de confianza)	-0,00 DS (15% de confianza)	-0,05 DS (77% de confianza)	**+0,03 DS (96% de confianza)**
periodo 2	-	-0,02 DS (65% de confianza)	**-**	**+0,08 DS (99% de confianza)**
periodo 3	-	-0,05 DS (85% de confianza)	**-**	+0,05 DS (78% de confianza)

Anexo 11: Efecto del programa para Tasa de Aprobación

Aprobación	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	**+0,37 DS (99% de confianza)**	**+0,09 DS (97% de confianza)**	**+0,46 DS (99% de confianza)**	**+0,20 DS (99% de confianza)**
periodo 2	**-**	**+0,21 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,43 DS (99% de confianza)**
periodo 3	**-**	**+0,29 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,30 DS (99% de confianza)**

Anexo 12: Efecto del programa para Indicador de Rendimiento

Rendimiento	Años iniciales		Años finales	
	DiD estándar (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**	**DiD estándar** (Efecto prom. un año)	**Callaway & Sant'Anna**
periodo 1	**+0,36 DS (99% de confianza)**	**+0,07 DS (93% de confianza)**	**+0,47 DS (99% de confianza)**	**+0,18 DS (99% de confianza)**
periodo 2	**-**	**+0,18 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,39 DS (99% de confianza)**
periodo 3	**-**	**+0,21 DS (99% de confianza)**	**-**	**+0,26 DS (99% de confianza)**

Anexo 13: Detalle de la técnica Diferencias DiD Tradicional:

La ecuación es la siguiente:

$$Y_{it} = \beta\,(D_i \times Post_t) + \theta X_{it} + \gamma_t + \eta_m + \varepsilon_{it}$$

- Y_{it}: variable de resultado para la escuela i en el año t.
- D_i: indicador de escuelas tratadas (1 si la escuela i recibe el programa en 2018, 0 si nunca).
- $Post_t$: indicador de periodo posterior al tratamiento, $Post_t = 1$ para $t = \{2019,\ 2021,\ 2023\}$ y $Post_t = 0$ para $t = \{2011,\ 2013,\ 2015,\ 2017\}$.
- X_{it}: vector de variables contextuales con parámetros θ.
- γ_t: efectos fijos por año.
- η_m: efectos fijos por municipio m al que pertenece la escuela i.
- ε_{it}: término de error.

El parámetro de interés es β (ATT), que identifica el efecto promedio del tratamiento sobre las escuelas tratadas en los periodos post-2018.

Anexo 14: Detalle de la técnica Diferencias en Diferencias Escalonado

Sea i escuela, m municipio y t año. Se define C_i como la primera ola observada en la que la escuela i ya aparece tratada (cohorte observada), por lo que: $C_i \in \{2019, 2021, 2023\}$, mapeando adopciones reales:

$\in \{2018, 2019\} \rightarrow 2019, \{2020, 2021\} \rightarrow 2021, \{2022, 2023\} \rightarrow 2023.$

Se define el "tiempo de evento" por olas:

$k \equiv k(i,t) = \frac{t - C_i}{2}$ (porque los datos son bienales, es decir, cada dos años).

La ecuación del modelo (omitimos k=−1 como línea base) es:

$$Y_{imt} = \gamma_t + \eta_m + \theta X_{it} + \sum_{k \in K,\, k \neq -1} \beta_k \cdot 1\{i \text{ es ever—treated}\} \cdot 1\{k(i,t) = k\} + \varepsilon_{imt}$$

- Y_{it}: variable de resultado para la escuela i en municipio m y año t.
- γ_t: efectos fijos por año (capturan shocks comunes a todas las escuelas en cada ola: 2011, 2013, …, 2023).
- η_m: efectos fijos por municipio m al que pertenece la escuela i (capturan heterogeneidad inobservable invariante en el tiempo a nivel municipal).
- X_{it}: vector de variables contextuales con parámetros θ.
- C_i: cohorte observada de inicio del tratamiento para la escuela i (primera ola en que ya está tratada).
- $k(i,t) = \frac{t - C_i}{2}$: tiempo relativo por olas; por ejemplo, si $C_i = 2019$ entonces $t = 2017 \Rightarrow k = -1$ (pre), $t = 2019 \Rightarrow k = 0$ (onset), $t = 2021 \Rightarrow k = 1$ (post 1), $t = 2023 \Rightarrow k = 2$ (post 2).
- $1\{\cdot\}$: indicadores (dummies) que valen 1 si la condición es verdadera y 0 en caso contrario.
- K : conjunto de tiempos relativos posibles dados las olas y cohortes observadas. Con 2011-2013 bienal y $C_i \in \{2019, 2021, 2023\}$, $K \subseteq \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$.
- β_k: efecto dinámico promedio del tratamiento en el tiempo relativo k respecto del periodo base $k = -1$ (pre-tendencia inmediata).
- ε_{imt}: término de error.

Nota: para escuelas nunca tratadas (si existen), los indicadores $1\{i \text{ es ever—treated}\} \cdot 1\{k(i,t) = k\}$ son 0 para todo t y sirven como grupo de comparación;

si todas se tratan a 2023, en cada ttt los controles efectivos son las “aún no tratadas” (not-yet-treated).

Anexo 15: Detalle de la técnica Callaway & Sant´Anna

Sea G_i la cohorte observada (primera ola en la que la escuela i ya aparece tratada): $G_i \in \{2019,\ 2021,\ 2023\}$, tras mapear inicios anuales a las bienales: $\in \{2018,\ 2019\} \to 2019,\ \{2020,\ 2021\} \to 2021,\ \{2022,\ 2023\} \to 2023$.

Se define el ATT grupo-tiempo:

$$ATT(g,t) \equiv E[Y_{it}(1) - Y_{it}(0) \mid G_i = g,\ t \geq g],\ g \in \{2019, 2021, 2023\},\ t \in \{2011,\ \dots\ ,\ 2023\}.$$

Bajo tendencias paralelas condicionales y usando como controles las escuelas aún no tratadas en t (y/o nunca tratadas), se identifica con diferencias en diferencias “ancladas” en la última ola pre-tratamiento $g - 2$:

$$ATT(g,t) = E[Y_{it} - Y_{i,g-2} \mid G_i = g] - E[Y_{it} - Y_{i,g-2} \mid G_i > t\ (o\ nunca)]_{\mid \gamma_t, \eta_m, X_{imt}}$$

donde el subíndice $\mid \gamma_t, \eta_m, X_{imt}$ denota que esa segunda esperanza se **ajusta** por variables contextuales y efectos fijos (vía IPW/OR/DR al estilo C–S).

Para graficar, se define el tiempo de evento bienal: $k \equiv k(i,t) = \frac{t - C_i}{2}$. Luego agrega por cohortes (ponderaciones w_g típicamente proporcionales al tamaño de la cohorte en la muestra):

$$\beta_k = \sum_{g \in \{2019,2021,2023\}} w_g \cdot ATT(g,\ g + 2k),\ con\ k \in \mathrm{K},\ con\ base\ k = -1.$$

Donde:

- $Y_{it}(1), Y_{it}(0)$: resultados potenciales de la escuela i en el año t con y sin tratamiento.
- $ATT(g,t)$: efecto promedio del tratamiento para la cohorte g en el tiempo calendario t (si $t \geq g$).
- G_i: cohorte observada de inicio (2019, 2021 o 2023).
- $g - 2$: última ola pre-tratamiento de la cohorte g (porque los datos son bienales).
- "$G_i > t\ (o\ nunca)$": pool de control de escuelas no tratadas todavía en t (y opcionalmente nunca tratadas).
- γ_t: efectos fijos por año (capturan shocks comunes a todas las escuelas en cada ola: 2011, 2013, …, 2023).

- η_m: efectos fijos por municipio m al que pertenece la escuela i (capturan heterogeneidad inobservable invariante en el tiempo a nivel municipal).
- X_{it}: vector de variables contextuales con parámetros θ.
- β_k: efecto promedio por tiempo de evento k (agregado sobre cohortes), con línea base $k = -1$.
- K : conjunto de tiempos relativos posibles dados las olas y cohortes observadas. Con 2011-2013 bienal y $C_i \in \{2019, 2021, 2023\}$, $K \subseteq \{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$.

Anexo 16: Detalle de la técnica Elastic Net

El modelo **Elastic Net** combina las penalizaciones **L1 (LASSO)** y **L2 (Ridge)** con el fin de balancear selección de variables y estabilidad en presencia de colinealidad.

$$min(y - X\beta)^2 + \lambda\left(\alpha\sum|\beta_j| + (1-\alpha)\sum\beta_j^2\right)$$

Donde:

- λ controla la magnitud de la penalización total.
- α determina la proporción entre las penalizaciones L1 y L2.
- El primer término es la minimización clásica de MCO (regresión lineal).

Casos particulares:

1) $\alpha = 1 \Rightarrow LASSO\ puro\ (selección\ de\ variables)$
2) $\alpha = 0 \Rightarrow Ridge\ puro\ (encogimiento\ sin\ eliminación\ de\ variables\ de\ implementación)$
3) $0 < \alpha < 1 \Rightarrow Elastic\ Net\ balanceado$

Interpretación práctica:

- LASSO genera modelos sparse, forzando algunos coeficientes a cero, útil para selección agresiva de variables.
- Ridge encoge coeficientes correlacionados pero los mantiene, aportando estabilidad en presencia de colinealidad.
- Elastic Net combina ambos efectos, permitiendo selección de variables similar a LASSO, pero más estable cuando existen grupos de predictores correlacionados.

Anexo 17: Modelo de regresión lineal

El modelo de regresión lineal puede representarse con la siguiente ecuación general:

$$Y_i = B_0 + B_1X_{1i} + B_2X_{2i} + ... + B_nX_{ni} + \epsilon_i$$

Donde:

- Y_i Es la variable dependiente que representa los resultados en los indicadores de impacto (por ejemplo, mejoras en las pruebas de matemáticas o la reducción del absentismo).
- X_{1i}, X_{2i}, ... , X_{ni} Son las variables independientes que representan las variables de intervención de ProFuturo.
- B_0 es el término constante del modelo.
- B_1,B_2, ... , B_n Son los coeficientes de regresión que indican la magnitud y dirección del efecto de cada variable independiente sobre el indicador de impacto.
- ϵ_i Es el término de error.

Significancia de los Coeficientes B

Un aspecto clave del análisis de regresión lineal es la significancia estadística de los coeficientes B. Para cada B_n, se realiza una prueba t con la hipótesis nula H0: B_n = 0 , lo que indica que la variable X_{ni} no tiene efecto sobre Y_i .

Si el valor p asociado a B_n es menor que 0.05, se rechaza H0 y se concluye que X_{ni} tiene un efecto significativo sobre Y_i . Si el valor p es mayor a 0.05, no hay suficiente evidencia para afirmar que X_{ni} afecta Y_i .

Es importante destacar que un coeficiente significativo indica correlación, no causalidad.

Resultados

Los resultados de este análisis permiten identificar variables que tienen una relación significativa con los resultados de los indicadores priorizados. Sin embargo, es importante destacar que estas relaciones no implican causalidad directa. La regresión lineal identifica correlaciones entre las variables, lo que significa que existe una asociación entre ellas, pero no necesariamente una relación de causa y efecto.

Para establecer una relación causal, sería necesario contar con un diseño experimental controlado o uno cuasi-experimental que permita aislar el efecto de las variables independientes sobre la variable dependiente, eliminando la influencia de otros factores externos. En este análisis, las correlaciones identificadas proporcionan una primera aproximación que deberá ser corroborada con estudios adicionales para poder hacer afirmaciones más robustas sobre la causalidad.

Anexo 18: Resultados Matching Learning

Tabla 18.1: Resultados Matching Learning para Lenguaje

Variable Resultado: Lenguaje	MSE para Años Iniciales	MSE para Años Finales
Alpha = 0,5	78.86609 (Pero elimina todas las variables y se queda con la Constante del modelo)	-
Alpha = 0,25	78.86609 (Pero elimina todas las variables y se queda con la Constante del modelo)	-
Alpha = 0 (Ridge puro)	**79,3**	-

Notas: 1) MSE: Error Cuadrático Medio, a medida que disminuye este valor, mejor es la predicción. 2) No hay MSE para Años Finales ya que no hubieron efectos del programa en esta variable de resultado.

Tabla 18.2: Resultados Matching Learning para Matemáticas

Variable Resultado: Matemáticas	MSE para Años Iniciales	MSE para Años Finales
Alpha = 0,5	67.6	-
Alpha = 0,25	67.9	-
Alpha = 0 (Ridge puro)	**67.4**	-

Notas: 1) MSE: Error Cuadrático Medio, a medida que disminuye este valor, mejor es la predicción. 2) No hay MSE para Años Finales ya que no hubieron efectos del programa en esta variable de resultado.

Tabla 18.3: Resultados Matching Learning para IDEB

Variable Resultado: IDEB	MSE para Años Iniciales	MSE para Años Finales
Alpha = 0,5	179.1	167.6
Alpha = 0,25	179.1	168.5
Alpha = 0 (Ridge puro)	**178.3**	**165.5**

Notas: 1) MSE: Error Cuadrático Medio, a medida que disminuye este valor, mejor es la predicción.

Tabla 18.4: Resultados Matching Learning para Tasa de Aprobación

Variable Resultado: Aprobación	MSE para Años Iniciales	MSE para Años Finales
Alpha = 0,5	**26.9**	81.3
Alpha = 0,25	27.1	85.2
Alpha = 0 (Ridge puro)	27.1	**80.7**

Notas: 1) MSE: Error Cuadrático Medio, a medida que disminuye este valor, mejor es la predicción.

Tabla 18.5: Resultados Matching Learning para Indicador de Rendimiento

Variable Resultado: Rendimiento	MSE para Años Iniciales	MSE para Años Finales
Alpha = 0,5	35.7	85.0
Alpha = 0,25	**35.7**	85.8
Alpha = 0 (Ridge puro)	35.9	**84.0**

Notas: 1) MSE: Error Cuadrático Medio, a medida que disminuye este valor, mejor es la predicción.