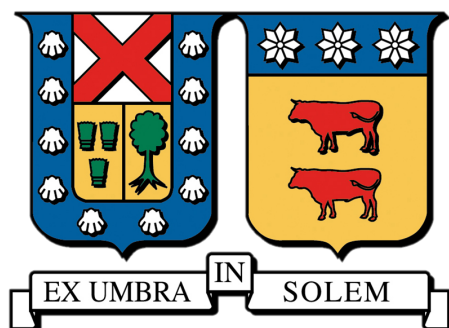




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

MODELO ECONOMÉTRICO PARA CUANTIFICAR EL IMPACTO DE
LOS LICEOS BICENTENARIOS DE EXCELENCIA EN EL
DESEMPEÑO ACADÉMICO DE SUS ALUMNOS EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

VALENTINA JAVIERA GARCÍA NEIRA

PROFESOR GUÍA

DR. BERNARDO PINCHEIRA

PROFESOR CO-REFERENTE

MG. RODOLFO SALAZAR

VALPARAÍSO DE CHILE, 29 DE DICIEMBRE 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Modelo econométrico para cuantificar el impacto de los Liceos Bicentenarios de Excelencia en el desempeño académico de sus alumnos en Chile

Nombre del candidato(a): Valentina García Neira

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial

Campus: Casa Central **Departamento:** Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Bernardo Pincheira Sarmiento, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 09/01/2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 30/12/2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Tabla de Contenidos

1. Agradecimientos	6
2. Problema de Investigación	7
3. Objetivos	10
3.1. Objetivo General	10
3.2. Objetivos Específicos	10
4. Marco Teórico	11
4.1. Descripción de la educación en Chile	11
4.2. Antecedentes de los Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile	15
4.3. Indicadores de rendimiento académico en Chile	16
4.4. Contraste del sistema de los Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile con siste- mas internacionales	17
4.5. Políticas públicas que han sido implementadas a los Liceos Bicentenario de Exce- lencia hasta la actualidad	20
4.6. Resultados de indicadores de rendimiento académico histórico	22
4.7. Enfoque metodológico para la estimación del efecto causal	25
5. Procesamiento de Datos	29
5.1. Bases de Datos	29
5.1.1. Construcción de la base establecimientos LBE	30
5.2. Creación de la Base de Datos Preliminar	31

5.3. Filtración de datos	32
5.4. Construcción de Variables	33
6. Metodología	36
6.1. Modelo de Diferencias en Diferencias	36
6.2. Diseño del modelo	38
6.2.1. Variables Dependientes	38
6.2.2. Variables del Alumno	38
6.2.3. Variables del Establecimiento	39
6.2.4. Variables Socioeconómicas	39
6.2.5. Variables del Cuestionario	40
6.3. Modelo propuesto	41
6.3.1. Variaciones del Modelo	44
6.4. Evaluación robustez del modelo	46
6.4.1. Correlación entre variables	46
6.4.2. Multicolinealidad	47
6.4.3. Heterocedasticidad	47
7. Estadística Descriptiva	48
7.0.1. Tamaño de muestra	48
7.1. Variable Dependiente	49
7.2. Variables Independientes	49
7.2.1. Resumen Estadísticas	49
7.2.2. Grupo Socioeconómico GSE	54

7.2.3. Sexo	54
7.2.4. Nivel educacional de los Padres 2012 y 2018	57
7.2.5. Ingreso Familiar de los Padres	58
7.2.6. Promedio y Asistencia Estudiantes	60
8. Resultados	62
8.1. Modelo de Matemática	62
8.1.1. Bondad de Ajuste	68
8.1.2. Significancia de las Variables	69
8.1.3. Multicolinealidad	70
8.1.4. Heterocedasticidad y Aplicación Errores Rubustos	71
8.1.5. Modelos Varios	73
8.2. Modelo de Lenguaje	78
8.2.1. Bondad de Ajuste	82
8.2.2. Multicolinealidad	83
8.2.3. Heterocedasticidad y Aplicación Errores Rubustos	85
8.2.4. Modelos varios	86
8.3. Mapa de Calor: Matriz de Correlación	90
9. Conclusiones	93
10. Limitaciones	96
11. Anexo	98
11.1. Resultados Modelo de Matemáticas Inicial	98

11.2. Resultados Modelo de Lenguaje Inicial	100
---	-----

Lista de Tablas

1. Promedio de notas de 6° básico (año 2016) de estudiantes en 1° medio según el establecimiento en que se encuentran en el año 2019	22
2. Tabla acerca del promedio SIMCE Matemática 2° medio, detalle de Liceos Bicentenarios y resumen por tipo de establecimiento, 2012-2018	23
3. Tabla sobre el promedio SIMCE Lenguaje 2° medio. Detalle de Liceos Bicentenarios y resumen por tipo de establecimiento, 2012-2018	24
4. Porcentaje de estudiantes que rindió la PSU sobre el promedio nacional PSU en los procesos desde el año 2013 al 2018. Resumen por tipo de establecimiento . . .	24
5. Ejemplo del funcionamiento de la estructura de base de datos creada “ Base LBE ” .	32
6. Estadísticos Descriptivos por Prueba y Año	49
7. Estadísticos Descriptivos de las Variables con un N = 113.423 del año 2012	49
8. Estadísticos Descriptivos de las Variables con un N = 113.423 del año 2018	51
9. Resultados del Modelo de Matemáticas	62
10. Estadísticas de Bondad de Ajuste del Modelo Matemáticas	68
11. Resultados VIF - Modelo Matemáticas	70
12. Prueba de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan para el modelo de Matemáticas . .	71
13. Comparación de Modelos de Regresión - Matemáticas	73
14. Resultados del Modelo de Lectura	78
15. Estadísticas de Bondad de Ajuste del Modelo	82



16.	Resultados VIF - Modelo Lenguaje	83
17.	Prueba de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan para el modelo de Lenguaje . . .	85
18.	Comparación de Modelos de Regresión - Lectura	86
19.	Resultados del Modelo de Matemáticas	98
20.	Resultados del Modelo de Lenguaje	100

1. Agradecimientos

Quiero dar las gracias a mi familia por su apoyo incondicional en este proceso. A mi mamá, Gloria, y a mi papá, Javier, gracias por estar siempre presentes, por su comprensión y paciencia conmigo.

A mis queridos perritos, Odín y Pongo, por ser mi soporte emocional durante todo mi trayecto académico. Gracias por recordarme la importancia de una pausa, obligándome a tomar aire fresco incluso cuando estaba muy ocupada, y por todo su leal cariño.

A mi pareja, Maximiliano, por estar siempre cuando lo necesité y por haberme acompañado en las largas jornadas de estudio. Eres un verdadero modelo a seguir; siempre he admirado tu perseverancia y disciplina. Agradezco a la universidad por haber permitido cruzar nuestros caminos; gracias por tu amor y cariño en este a veces difícil camino universitario.

A mis amigas de universidad, Neli y Ross, por su compañía en este largo camino. Las conocí en tercer año y siento que crecí junto a ustedes y fue un privilegio verlas crecer también, gracias por ser mi red de apoyo durante casi todo mi periodo en la universidad. A Nicolette, por ser una excelente compañera de grupo, siempre responsable, presente y comprometida, muchas gracias por ser tan generosa y amorosa conmigo.

A mis profesores, a quienes debo mi formación profesional. Agradezco a cada uno por compartir su conocimiento y por su vocación de enseñanza, he aprendido mucho de ustedes.

Finalmente, un agradecimiento especial a mi profesor guía. Agradezco estar bajo su dirección, gracias por su constante disposición a responder dudas, su empatía y por todo lo que aprendí bajo su tutela.

2. Problema de Investigación

El programa de Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile surgió como parte de un proyecto iniciado en 2011, con el objetivo de mejorar la educación media en el país. Este programa se inspiró en el modelo de escuelas emblemáticas, que seleccionaban a estudiantes destacados para alcanzar logros académicos significativos. La creación de estos liceos fue una respuesta a la necesidad de ofrecer una educación de calidad a estudiantes vulnerables en todo Chile, proporcionando una opción educativa gratuita que buscaba elevar el rendimiento académico en áreas como el lenguaje y las matemáticas, para promover de igual manera la movilidad social en la población (Armijo & Pincheira, 2022).

Este lanzamiento coincidió con las masivas movilizaciones estudiantiles de 2011, que recorrieron las principales ciudades del país exigiendo “educación gratuita y de calidad” y configuraron un escenario político favorable a reformas profundas en el sistema educativo (Araya & Dussaillant, 2020). Mientras la Confederación de Estudiantes de Chile (CONFECH) convocaba a marchas en junio y julio de aquel año en demanda de un mayor rol del Estado y la gratuidad total, el Ministerio de Educación redactaba los primeros convenios de desempeño para los Liceos Bicentenario, definiendo estándares de calidad en procesos e infraestructura. Al cierre de la primera convocatoria, 30 liceos firmaron sus convenios con una inversión inicial de 14.798 millones de pesos, cubriendo todas las regiones del país; un hito que subrayó el compromiso gubernamental con la equidad y la excelencia académica (Villar Martínez, 2020).

Para evaluar la efectividad de este programa en el rendimiento académico, conviene revisar experiencias internacionales que muestran resultados significativos. En Hungría, un programa orientado a reducir brechas académicas destacó por mejoras sustanciales en pruebas de compe-

tencia y calificaciones escolares de estudiantes de sexto a décimo grado (Fehérvári, 2021). De igual modo, iniciativas que integran el desarrollo social-emocional han demostrado aumentar la motivación y disminuir la desafección por el aprendizaje, reflejándose en mejores resultados en matemáticas y lectura (Bavarian et al., 2013; Mardotilla et al., 2024). Por otra parte, la participación en programas de intercambio académico ha estado asociada con un alza en el rendimiento, aunque con variaciones al regresar al centro de origen (González-Baixaui et al., 2018).

Con el paso de los años, los Liceos Bicentenario comenzaron a mostrar mejoras notables en indicadores de rendimiento: evaluaciones de impacto han documentado incrementos en los puntajes SIMCE de Lenguaje y Matemáticas y en las tasas de promoción escolar, constituyendo hallazgos consistentes en la tesis de Villar Martínez (2020) y en los informes oficiales del programa (Ministerio de Educación de Chile, 2020). Sin embargo, las prácticas de selección académica han generado un debate acerca de la equidad, pues estudios del CEPPE UC señalan que dichos liceos se concentran en comunas de menor vulnerabilidad, lo cual contrasta con el objetivo de beneficiar a poblaciones más desfavorecidas (Carrasco et al., 2014). A ello se suma la crítica de investigaciones sobre equidad educativa, en la cual se destaca, la tensión entre mantener estándares altos y garantizar el acceso inclusivo, cuestionando la capacidad del programa para disminuir verdaderamente las brechas socioeconómicas.

Por lo tanto, analizar el impacto del programa implica evaluar la eficiencia en la asignación de recursos, tanto financieros como pedagógicos y su relación con los resultados académicos obtenidos. Garantizar el uso óptimo de aportes en infraestructura y fortalecimiento educativo (hasta 70 % para equipamiento y 30 % para asesorías, según la convocatoria 2019) requiere metodologías de análisis de procesos y de optimización de costes propias de la disciplina. Asimismo, medir la efectividad de las redes de aprendizaje en Lenguaje y Matemática, así como de las prácticas co-

laborativas entre liceos, demanda indicadores de desempeño claros y sistemas de mejora continua (Ministerio de Educación de Chile, 2020).

Todo esto lleva a plantear, ¿En qué medida los Liceos Bicentenario han generado mejoras significativas en los indicadores de rendimiento académico respecto a los establecimientos municipales tradicionales? Además de, ¿Cómo ha mejorado los niveles de rendimiento académico de los estudiantes de Liceos Bicentenario de Excelencia de manera longitudinal?

Por todo lo anterior, esta investigación propone llevar a cabo un estudio exhaustivo de los indicadores de rendimiento académico de los Liceos Bicentenario, integrando análisis estadístico y modelamiento econométrico. El propósito es formular recomendaciones basadas en los resultados de indicadores como PSU y SIMCE, con el fin de orientar la mejora de las políticas educativas en Chile.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Evaluar el impacto de los Liceos Bicentenario de Excelencia desde su integración hasta la actualidad, sobre los indicadores de rendimiento académico de los estudiantes, para identificar las fortalezas y áreas de mejora del programa y contribuir a la optimización de políticas públicas en educación.

3.2. Objetivos Específicos

Evaluar la influencia del traslado a un Liceo Bicentenario de Excelencia en el rendimiento académico de los estudiantes a lo largo de su trayectoria escolar, con el fin de orientar políticas de admisión y apoyo pedagógico basado en evidencias.

Comparar el desempeño de rendimiento académico entre alumnos de Liceos Bicentenario de Excelencia, de liceos emblemáticos y de liceos municipales tradicionales, por medio de recolectar datos de los últimos años, desde la fuente de Mineduc y DEMRE.

Diseñar un modelo econométrico para evaluar el impacto de los Liceos Bicentenario de Excelencia en el desempeño estudiantil y proponer ajustes a las políticas públicas educativas, para medir de forma causal cómo la creación de Liceos Bicentenario influye en los resultados académicos.

Realizar un seguimiento longitudinal acerca de los Liceos Bicentenario de Excelencia para medir la evolución de estos establecimientos desde su implementación.

4. Marco Teórico

4.1. Descripción de la educación en Chile

El sistema educativo chileno se caracteriza por su naturaleza centralista, fuertemente mercantilizada y privatizada, resultado de reformas implementadas desde la década de 1980. Aunque ha habido una expansión educativa exitosa en todos los niveles, persisten altos niveles de desigualdad, segregación e inequidad (Bellei & Muñoz, 2021; López & Falabella, 2021).

Chile ha adoptado una combinación de tres modelos regulatorios: el modelo burocrático tradicional, el modelo cuasi-mercado inspirado en el neoliberalismo y el modelo de Estado evaluador vinculado a la nueva gestión pública:

Modelo burocrático (hasta 1980): Este es el modelo más antiguo, basado en la tradición del “Estado Docente” del siglo XX. Que sostiene que el Estado es el principal proveedor de educación, garantizando la libertad de enseñanza y promoviendo un sistema educacional mixto entregándole financiamiento a algunas escuelas privadas (Bellei y Muñoz, 2021).

Modelo cuasi-mercado (1980 - 2006): Este modelo fue introducido en los años 80’ durante la dictadura y consolidado en los 90. Se instauró el “Mercado Educativo”, la reforma neoliberal modificó el sistema de financiamiento, creando un “voucher” universal para financiar a los proveedores de educación, fueran estos públicos o privados, con o sin fines de lucro. De esta manera, se creó un tercer sector escolar, la educación privada subvencionada.

En este contexto, además, se creó un mecanismo de copago que permitió a los colegios privados cobrar cuotas a las familias sin dejar de recibir el financiamiento estatal, ya que antes, todos los colegios subvencionados debían ser gratuitos, abriendo así una competencia por precios (Bellei y Muñoz, 2021).

Modelo de Estado evaluador (2006-actualidad): Este modelo surge con fuerza en los años 2000 y se consolida con la Ley de Aseguramiento de la Calidad (2011), la Ley General de Educación (LGE) promulgada en 2009 y la Subvención Escolar Preferencial (SEP) en 2008. Centrado en la medición y rendición de cuentas de la calidad educativa, impulsado por el SIMCE y el Sistema Nacional de Aseguramiento de la Calidad (SNAC), con el objetivo de que las escuelas demuestren su desempeño y se tomen decisiones pedagógicas, transformando la responsabilidad del Estado a las escuelas a través de incentivos y publicaciones de resultados para orientar políticas y mejoras (Bellei y Muñoz, 2021).

Esta hibridación ha generado un sistema escolar estratificado, privatizado y segregado socioeconómicamente, con mejoras en el acceso y resultados de aprendizaje, pero con desigualdades persistentes.

La reforma educativa chilena de 1981, dentro del modelo cuasi-mercado, introdujo un sistema de subsidios tipo voucher que fue una de las reformas más innovadoras, permitiendo la participación de agentes privados en la provisión de educación gratuita y transformando el sistema escolar. Donde el Estado entrega un subsidio (voucher) por cada estudiante matriculado, independientemente de si asiste a una escuela pública o privada subvencionada. Este subsidio sigue al estudiante, permitiendo a las familias elegir libremente la escuela que prefieran para sus hijos. Así, tanto escuelas públicas como privadas compiten por atraer estudiantes, ya que su financiamiento depende directamente de la matrícula. Esto ha generado un incremento en la segregación escolar, la discriminación y la desigualdad, sin lograr mejoras sustantivas en la calidad educativa promedio, y ha debilitado la educación pública (Mizala & Romaguera, 2000).

En educación superior, las reformas de los años 80 promovieron la apertura y diversificación institucional, el predominio privado en niveles no universitarios y un sistema de financiamien-

to diversificado que incluye fondos públicos, préstamos estudiantiles y financiamiento competitivo para investigación. Desde los 90, se busca mayor autonomía institucional y mecanismos de acreditación y rendición de cuentas más estrictos (Brunner, 1993; Leihy & Salazar, 2017).

El sistema educativo chileno ha sido considerado un “modelo” o “laboratorio” de políticas neoliberales a nivel continental y global, lo que ha generado movimientos estudiantiles que han demandado mayor equidad y fortalecimiento de la educación pública, influyendo en la agenda de reformas recientes (Inzunza et al., 2019; López & Falabella, 2021).

El sistema educacional actual abarca cuatro niveles principales: educación parvularia (0–6 años), educación básica obligatoria (1.º–8.º básico), educación media obligatoria (1.º–4.º medio, con modalidades científico-humanista y técnico-profesional) y educación superior (universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica) (UNESCO International Institute for Educational Planning, 2019). A ello se suman programas de educación de adultos y de inclusión para estudiantes con necesidades especiales, gestionados tanto por el Estado como por organismos autónomos.

En materia de financiamiento, Chile destinó en 2023 el 5,9 % de su PIB a la educación, ubicándose como el quinto país de la OCDE con mayor inversión relativa; sin embargo, este gasto se distribuye de forma desigual: el 2,4 % del PIB a educación superior, muy por encima del promedio OCDE (1,5 %), mientras que la educación media recibe solo el 1,7 %, por debajo del promedio (1,9 %) (Centro de Estudios Públicos, 2024). Esta asimetría ha generado debates sobre la necesidad de reequilibrar recursos entre niveles educativos.

En términos de cobertura, la cantidad de matrículas fue de 3.631.067 estudiantes en 2023 (Centro de Estudios MINEDUC, 2023); en este año, la asistencia en educación parvularia fue de 78,8 %, en educación básica fue de 86,4 % y en educación media fue de 84,9 % (Ministerio de

Educación de Chile, 2024) reflejando que existen desafíos persistentes, especialmente en la etapa parvularia y media. Si bien el panorama es bastante favorable, se requieren estrategias focalizadas para mejorar la regularidad asistencial en todos los niveles. La tasa de finalización de la educación primaria mejoró de 97,8 % en 2020 a 98,6 % en 2022, confirmando avances sostenidos en cobertura y permanencia (UNESCO International Institute for Educational Planning, 2024).

La calidad de los aprendizajes se mide a través de evaluaciones como SIMCE en enseñanza básica y media, y la PSU o PAES de acceso a la educación superior. La calidad de los aprendizajes se mide a través de evaluaciones nacionales como el SIMCE, en enseñanza básica y media, y las pruebas de admisión a la educación superior (como la PAES). A nivel internacional, destaca la prueba PISA, desarrollada por la OCDE, la cual evalúa principalmente habilidades en lectura, matemáticas y ciencias, incorporando en cada ciclo una competencia innovadora adicional (por ejemplo, aprendizaje digital o resolución colaborativa de problemas) (Agencia de Calidad de la Educación, 2025).

A estos indicadores se suman estudios como el PIAAC, que revela que en 2023 solo el 2 % de los adultos chilenos alcanza los niveles superiores de alfabetización y aritmética, mientras que más del 53 % se sitúa en los niveles más bajos de competencia, siendo la proporción más alta de los países participantes (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2024). Estos resultados evidencian desafíos estructurales en la formación de capital humano y subrayan la necesidad de fortalecer la calidad desde la primera infancia hasta la educación continua.

4.2. Antecedentes de los Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile

El Programa Liceos Bicentenario de Excelencia fue lanzado en 2010 durante el primer mandato de Sebastián Piñera con el propósito de apoyar establecimientos públicos de excelencia que atendieran a estudiantes de niveles socioeconómicos medio y bajo mediante convenios de desempeño con el Ministerio de Educación (Ministerio de Educación de Chile, 2021).

La convocatoria inicial seleccionó 30 liceos en todas las regiones, destinando recursos para infraestructura, equipamiento y fortalecimiento pedagógico basados en estándares Bicentenario definidos en documentos oficiales (Ministerio de Educación de Chile, 2021). La selección de estos establecimientos tomó criterios de vulnerabilidad social, tradición de excelencia, resultados académicos, compromiso institucional y liderazgo pedagógico, buscando transformar la educación secundaria y reducir brechas de calidad en el sistema escolar chileno (Armijo y Pincheira, 2022).

Durante los primeros años, el informe de la Dirección de Presupuestos registró que los Liceos Bicentenario exhibieron una asistencia promedio ligeramente inferior al nacional en 2011, pero sobrepasaron la media en 2013 tras consolidar su gestión y apoyos técnicos (Dirección de Presupuestos de Chile, 2023).

Un estudio de implementación identificó variaciones en la gestión local, mientras que algunos liceos lograron altos niveles de cumplimiento de metas pedagógicas y vinculación con la comunidad, otros enfrentaron dificultades en la administración de recursos y continuidad de equipos directivos (Carrasco et al., 2014).

La evaluación de impacto realizada por Villar Martínez (2020), utilizó datos de 2011 a 2014 para estimar diferencias en puntajes SIMCE entre estudiantes de Liceos Bicentenario y un grupo de control, concluyendo que el programa generó ganancias promedio de 10 a 12 puntos en

Matemáticas y Lenguaje.

Otro análisis cualitativo en un liceo público de la Región Metropolitana describió la construcción de una “cultura de excelencia” basada en prácticas colaborativas entre docentes, liderazgo y metas compartidas, aspectos clave para sostener los logros académicos (L. Navarro & Hernández Opazo, 2024).

Finalmente, el estudio de Acción Educar (2022) sobre la primera generación Bicentenario (2010–2014) concluyó que estos liceos incrementaron en 15 % la tasa de matrícula en educación técnico-profesional y mejoraron en 8 puntos el promedio de notas de egreso de IV Medio, enfatizando el rol del acompañamiento pedagógico externo.

4.3. Indicadores de rendimiento académico en Chile

En Chile, el rendimiento académico se concibe como el nivel de dominio de contenidos curriculares y habilidades cognitivas que los estudiantes alcanzan, medido tanto por instrumentos estandarizados como por calificaciones internas (R. E. Navarro, 2016).

El SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) es la principal evaluación nacional, instaurada en 1988 para diagnosticar aprendizajes de 4.º, 6.º y 8.º básico, y 2do Medio; sus resultados permiten comparar desempeño por establecimiento, región y grupos socioeconómicos (UNESCO International Institute for Educational Planning, 2019).

Históricamente, el sistema de acceso a la educación superior en Chile ha evolucionado a través de diferentes instrumentos de evaluación. El primero fue la Prueba de Aptitud Académica (PAA), vigente desde 1966 hasta 2002. En 2003, fue reemplazada por la Prueba de Selección Universitaria (PSU), la cual operó hasta el proceso de admisión 2020.

Posteriormente, se implementó la Prueba de Transición (PDT) entre 2020 y 2021. Este instrumento sirvió de puente para cambiar el enfoque de evaluación desde los contenidos hacia las habilidades y competencias. Finalmente, en 2022 se consolidó este cambio con la Prueba de Acceso a la Educación Superior (PAES), instrumento que hoy constituye el principal indicador para medir la preparación en áreas como lenguaje, matemáticas y ciencias (Ministerio de Educación de Chile, 2022b).

Además de estos instrumentos, se consideran indicadores de proceso como la tasa de repitencia (proporción de alumnos que repiten curso) y la tasa de deserción, que ofrecen una visión del funcionamiento interno de los establecimientos y la eficacia de la retención escolar (Ministerio de Educación de Chile, 2022a).

Los indicadores institucionales, como el promedio de notas certificadas de enseñanza media y los índices de valor agregado (que estiman la contribución del establecimiento al progreso académico de sus alumnos), complementan el diagnóstico de calidad educativa y permiten comparaciones más ajustadas al contexto de cada liceo (R. E. Navarro, 2016).

4.4. Contraste del sistema de los Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile con sistemas internacionales

El Programa de Liceos Bicentenario de Excelencia opera mediante convenios de desempeño firmados entre el sostenedor del establecimiento y el Ministerio de Educación, en los que se establecen cinco pilares: liderazgo escolar, gestión pedagógica, clima y convivencia, formación continua de docentes y eficiencia en el uso de recursos (Ministerio de Educación de Chile, 2021). Cada convenio obliga al liceo a demostrar avances anuales en al menos tres indicadores de proceso:

tasa de asistencia, reprobación y rendimiento SIMCE. Comparados con la línea base presentada en la postulación (Ministerio de Educación de Chile, 2020). Para ello, los liceos reciben dotación adicional de recursos físicos y técnicos, así como acompañamiento pedagógico de instituciones colaboradoras acreditadas por el Ministerio (Ministerio de Educación de Chile, 2021).

Los informes de la Dirección de Presupuestos mostraron que, tras el primer año de operación, la tasa de reprobación en cohortes Bicentenario descendió significativamente en comparación con cohortes no Bicentenario de los mismos establecimientos, sugiriendo un efecto inicial de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dirección de Presupuestos de Chile, 2023). Sin embargo, estudios de seguimiento revelaron heterogeneidad en la gestión local: algunos liceos consolidaron estructuras de liderazgo distribuido y protocolos de retroalimentación docente, mientras que otros enfrentaron inestabilidad en sus equipos directivos y dificultades para mantener el financiamiento educativo a largo plazo (Montecinos & Trujillo, 2018).

La evaluación de impacto basada en diferencias de las diferencias de Villar Martínez (2020) concluyó que, entre 2011 y 2014, los estudiantes de Liceos Bicentenario obtuvieron un incremento promedio de 10 a 12 puntos en los puntajes SIMCE de 8° Básico y 2° Medio respecto de un grupo de control emparejado (Acción Educar, 2022). Un estudio complementario identificó que estos efectos positivos se potenciaron en liceos con mayor articulación entre la dirección y el cuerpo docente, y con sistemas formales de tutoría académica (Allende González & Valenzuela, 2016).

En el plano internacional, los “Magnet Schools” de Estados Unidos, los cuales son escuelas públicas que ofrecen un sistema para atraer a estudiantes de diferentes orígenes socioeconómicos, raciales y étnicos. Estos comparten con los Liceos Bicentenarios la lógica de especialización temática y el uso de incentivos para atraer inscripciones voluntarias, pero su financiación proviene tanto de subvenciones federales como de fondos locales y privados, con menor énfasis en con-

venios de desempeño estandarizados (Magnet Schools of America, 2024). Las evaluaciones de impacto del Magnet Schools Assistance Program (MSAP) muestran ganancias modestas en matemáticas y lectura (entre 0,05 y 0,10 desviaciones estándar) y reducción de la segregación escolar en distritos participantes, aunque con resultados variables según el grado y la región (U.S. Department of Education, 2003). Una síntesis de 18 estudios indica efectos positivos en la mayoría de los casos, especialmente en entornos urbanos y cuando los programas incluyen componentes de consolidación comunitaria y equity-focused outreach (Wang et al., 2018).

Por su parte, el modelo finlandés de educación integral con énfasis en apoyo especializado ofrece lecciones sobre la importancia de recursos equitativos y refuerzo temprano: a través de la educación part-time especial, Finlandia integró apoyo a estudiantes con dificultades de aprendizaje desde la década de 1980, logrando altos puntajes PISA sin recurrir a selección estricta de alumnos (EducaciónChile, 2025).

En este sistema, la distribución uniforme de recursos y la formación continua de docentes (sin cargos adicionales ni convenios externos) contrasta con el enfoque contractual chileno, aunque comparte el objetivo de mejorar procesos pedagógicos y resultados académicos (EducaciónChile, 2025).

En conjunto, el Programa Liceos Bicentenario se distingue por su estructura contractual y su combinación de financiamiento estatal focalizado con estándares claros de desempeño, mientras que los modelos internacionales analizados optan por incentivos más diversificados (subvenciones federales, fondos municipales o asignación equitativa de recursos) y variantes en la gestión escolar. Ambos enfoques muestran mejoras en resultados de aprendizaje, pero la evidencia sugiere que la efectividad depende tanto de las condiciones locales de implementación como de la estabilidad de los apoyos institucionales.

4.5. Políticas públicas que han sido implementadas a los Liceos Bicentenario de Excelencia hasta la actualidad

El sistema educativo chileno experimentó una transformación estructural mediante la implementación articulada de tres políticas fundamentales en los establecimientos Bicentenario, desde la implementación de este sistema. Este proceso inició con la Ley de Subvención Escolar Preferencial (Congreso Nacional de Chile, 2008), promulgada sin especificación temporal precisa en los registros oficiales consultados. Dicha normativa estableció un mecanismo de financiamiento adicional para estudiantes catalogados como “prioritarios” según el Registro Social de Hogares. Los sostenedores de los Liceos Bicentenario de Excelencia, que adhirieron al sistema, suscribieron convenios con el Ministerio de Educación, comprometiéndose a destinar estos recursos a planes de mejora educativa focalizados en apoyos pedagógicos, retención escolar y nivelación de aprendizajes.

Posteriormente, en marzo de 2015, entró en vigor la Ley N°20.845 de Inclusión Escolar (Congreso Nacional de Chile, 2015), cuyas disposiciones reconfiguraron los principios de acceso y financiamiento. Esta ley eliminó progresivamente el copago familiar en establecimientos subvencionados, este copago era un aporte mensual adicional que los padres pagaban a estos colegios que recibían subvención estatal, aparte de la ayuda del Estado, para complementar su financiamiento, especialmente en la clase media (Educación 2020, 2014). Esta ley, instauró un Sistema de Admisión Escolar centralizado que prohibió procesos selectivos académicos o socioeconómicos, y restringió el lucro en instituciones que recibieran aportes estatales. Su implementación en los Liceos Bicentenario de Excelencia implicó la reestructuración de sus modelos de gestión para garantizar gratuidad universal y heterogeneidad socioeducativa en la matrícula.

De forma simultánea, durante el mismo año 2015, el Ministerio de Educación a través del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP) (Ministerio de Educación de Chile, 2015a), oficializó el Marco para la Buena Dirección y el Liderazgo Escolar. Este instrumento definió estándares profesionales para directivos de establecimientos públicos y subvencionados, estructurados en cinco dimensiones estratégicas: definición de visión institucional, desarrollo profesional docente, gestión curricular, promoción de ambientes inclusivos y administración de recursos. Su adopción en los Liceos Bicentenario de Excelencia exigió la reorientación de sus equipos directivos hacia prácticas de liderazgo pedagógico y gestión de la diversidad estudiantil.

La interacción de estas políticas generó efectos sinérgicos en los Liceos Bicentenario. Por una parte, los recursos SEP financiaron estrategias de apoyo a la diversidad estudiantil incorporadas mediante la Ley de Inclusión. También, el Marco de Dirección dotó de capacidades técnicas a los equipos directivos para administrar los fondos SEP y gestionar aulas heterogéneas. Por último, la gratuidad universal y prohibición de selección ampliaron el acceso, mientras la SEP proveía recursos proporcionales a la vulnerabilidad de la matrícula.

Este entramado normativo transformó sustancialmente el modelo educativo de los Liceos Bicentenario de Excelencia, transitando desde esquemas selectivos hacia sistemas basados en principios de equidad, inclusión y mejora continua. La articulación temporal de estas políticas con la SEP como base financiera, seguida por la inclusión (2015) y el marco directivo (2015) configuró un modelo de gobernanza educativa que redefinió los criterios de asignación de recursos, admisión estudiantil y liderazgo escolar en el sistema subvencionado chileno.

4.6. Resultados de indicadores de rendimiento académico histórico

Los Liceos Bicentenario de Excelencia (LBE) en Chile han demostrado que desde su implementación en 2010, han mantenido un comportamiento consistente en los resultados de aprendizaje, registrando avances progresivos en las diversas evaluaciones de rendimiento escolar. Utilizando datos de las bases SIMCE, promedio de notas y PSU, se ha realizado un seguimiento longitudinal de estudiantes desde 4° básico hasta 2° o 4° medio, comparándolos con pares de condiciones académicas y socioeconómicas similares. Este enfoque ha permitido evaluar el impacto de los LBE en el desempeño estudiantil a lo largo del tiempo, considerando tanto aspectos académicos como socioeconómicos de los estudiantes y sus familias.

Tabla 1: Promedio de notas de 6° básico (año 2016) de estudiantes en 1° medio según el establecimiento en que se encuentran en el año 2019

Tipo de establecimiento	Promedio de notas en 6° básico	N° alumnos con información 6° básico	N° alumnos 1° medio 2019
Liceo Emblemático	5,9	3.544	3.984
Liceo Bicentenario	6,0	7.172	7.399
Municipal/SLE	5,6	51.261	55.854
Particular subvencionado	5,6	26.083	27.718
Particular pagado	5,8	176	201
Administración delegada	5,5	10.944	11.879
Total	5,6	99.180	107.035

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos a partir de las bases del Ministerio de Educación de Chile (2019)

Al analizar la tabla 1 el nivel académico previo de los estudiantes admitidos en los Liceos Bicentenarios, se observa que el promedio de notas de 6° básico de la cohorte que ingresó a 1° medio en el año 2019 alcanzó un valor de 6,0. Este desempeño es superior tanto al registrado por quienes ingresaron a Liceos Emblemáticos (5,9) como al de los alumnos provenientes de colegios particulares subvencionados y municipales (5,6 en ambos casos). Estos datos, más allá de evidenciar una selección inicial, sitúan al establecimiento en el desafío de gestionar y sostener este alto desempeño. De este modo, la gestión educativa se orienta a estos estudiantes con una metodología rigurosa que asegure la continuidad de los logros académicos en la enseñanza media.

Tabla 2: Tabla acerca del promedio SIMCE Matemática 2° medio, detalle de Liceos Bicentenarios y resumen por tipo de establecimiento, 2012-2018

Nombre	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Liceo Emblemático	290	289	280	271	275	263	258
Liceo Bicentenario	282	299	306	300	299	296	293
Municipal	227	225	220	220	223	225	229
Particular subvencionado	269	272	266	266	269	270	266
Particular pagado	322	324	320	315	318	315	315
CAD	249	248	240	243	246	243	238
Nacional	266	268	264	262	265	265	263

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos a partir de bases del Ministerio de Educación de Chile (2019).

En cuanto a los resultados obtenidos en la Prueba SIMCE de Matemáticas para 2° medio que se muestra en la tabla 2, la trayectoria de los Liceos Bicentenario muestra una evolución diferenciada según el periodo analizado. Entre 2012 y 2014, estos establecimientos experimentaron un incremento significativo en su puntaje promedio, evidenciando mejoras en el rendimiento de sus alumnos. No obstante, en los años posteriores (y específicamente entre 2017 y 2018) se registra una caída de 6 puntos promedio en el SIMCE de Matemáticas. A pesar de este descenso, para el año 2018 los Liceos Bicentenario alcanzaron 293 puntos, ubicándose muy por encima de los colegios municipales (229) y particulares subvencionados (266), aunque por debajo de los particulares pagados, que promediaron 315 puntos. Lo anterior demuestra que, pese a la ligera fluctuación, los Liceos Bicentenario se consolidan como uno de los grupos de establecimientos con mejores resultados en matemáticas a nivel nacional.

Respecto a la Prueba SIMCE de Lenguaje para 2° medio que se muestra en la tabla 3, los Liceos Bicentenario muestran una tendencia de crecimiento sostenido entre 2012 y 2016. Durante ese periodo, sus puntajes se incrementaron de manera constante, lo que refleja una mejora en la comprensión lectora, redacción y análisis crítico de los estudiantes. Sin embargo, en los años 2017

Tabla 3: Tabla sobre el promedio SIMCE Lenguaje 2° medio. Detalle de Liceos Bicentenarios y resumen por tipo de establecimiento, 2012-2018

Nombre	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Liceo Emblemático	280	270	262	248	253	249	241
Liceo Bicentenario	276	281	285	277	275	276	268
Municipal	235	229	227	226	225	230	231
Particular subvencionado	264	260	255	251	251	256	252
Particular pagado	295	289	283	273	275	276	273
CAD	243	239	234	234	232	236	232
Nacional	261	256	253	248	248	252	250

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos a partir de bases del Ministerio de Educación de Chile (2019)

y 2018 se registró un descenso de 8 puntos en el promedio de Lenguaje. Aun así, en 2018 los Liceos Bicentenario continuaron superando a los colegios municipales y particulares subvencionados, aunque quedaron ligeramente por debajo de los particulares pagados. Este patrón indica que, si bien existe una variabilidad reciente en Lenguaje, el nivel de desempeño de los Liceos Bicentenario se mantiene en un rango superior al promedio de los establecimientos más vulnerables.

Tabla 4: Porcentaje de estudiantes que rindió la PSU sobre el promedio nacional PSU en los procesos desde el año 2013 al 2018. Resumen por tipo de establecimiento

Tipo de establecimiento	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2013	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2014	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2015	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2016	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2017	% sobre el $\bar{x}$ PSU 2018
Liceo Emblemático	75,0 %	74,9 %	73,6 %	70,0 %	69,3 %	66,3 %
Liceo Bicentenario	52,2 %	54,6 %	56,7 %	64,1 %	68,2 %	66,9 %
Municipal	19,6 %	19,3 %	20,2 %	20,2 %	19,8 %	19,4 %
Particular subvencionado	43,5 %	42,2 %	43,7 %	43,2 %	43,7 %	42,9 %
Particular pagado	84,4 %	83,0 %	82,5 %	81,7 %	81,6 %	81,3 %
CAD	28,2 %	24,3 %	24,2 %	24,1 %	24,9 %	22,4 %
Promedio Nacional	42,5 %	41,6 %	42,6 %	42,3 %	42,7 %	41,9 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos a partir de bases del Ministerio de Educación de Chile (2019)

Finalmente, los resultados de la Prueba de Selección Universitaria (PSU) que está en la tabla 4 ponen de manifiesto un desempeño consistente de los egresados de Liceos Bicentenario en relación con el promedio nacional. Desde el proceso de admisión de 2013 hasta 2017, los Liceos Bicentenario registraron un incremento sostenido en el porcentaje de estudiantes cuyas puntuaciones superaron la media nacional. A partir de 2017, este indicador se estabilizó en torno al 67 %–68 %. Es relevante señalar que, en los procesos de admisión 2018 y 2019, los Liceos Bicen-

tenario superaron a los Liceos Emblemáticos en este porcentaje, fenómeno que no se observaba en años anteriores. En contraste, los colegios particulares pagados mantuvieron niveles superiores al 80 %, mientras que los particulares subvencionados y municipales se ubicaron en rangos de 43 % y 20 %, respectivamente. Estos resultados confirman que los Liceos Bicentenario se encuentran entre los establecimientos cuyos egresados tienen una probabilidad significativamente mayor de rendir por encima del promedio nacional en la PSU.

Los datos mostrados demuestran que los Liceos Bicentenario atraen a estudiantes con un rendimiento previo destacado y mantienen puntajes elevados tanto en el Simce de Matemáticas como en el de Lenguaje, a pesar de las leves caídas observadas en los últimos años. Asimismo, la proporción de egresados que supera el promedio nacional en la PSU ratifica la solidez académica de este tipo de establecimientos, situándolos en un nivel intermedio alto entre los colegios privados y los demás establecimientos de dependencia pública o subvencionada.

En la siguiente sección se detallará el enfoque metodológico en el marco en que desarrollará el estudio.

4.7. Enfoque metodológico para la estimación del efecto causal

El objetivo central de este estudio es medir el “Efecto Promedio del Tratamiento sobre los Tratados”, definido como $ATT = E[Y(1) - Y(0) \mid T = 1]$. Esto requiere aislar el impacto causal del cambio de los estudiantes al establecimiento LBE ($T = 1$) de lo que habría sido su resultado académico (Y) en el escenario contrafactual ($Y(0)$), que en este caso, sería el rendimiento o puntaje SIMCE que ese mismo alumno habría obtenido si no se hubiera cambiado de establecimiento o es parte de otro tipo de establecimiento.

En estudios observacionales como el presente, el principal obstáculo para la identificación causal es el “Sesgo de Selección Inobservable” (Wooldridge, 2010). Este problema surge porque la decisión de la familia de transferir al estudiante al establecimiento LBE no fue aleatoria, sino que está impulsada por características internas no medidas que son vitales para el rendimiento académico. Estas características inobservables (como la motivación intrínseca, el apoyo parental incondicional o las altas expectativas familiares) influyen directamente tanto en la decisión de cambiar de colegio como en el resultado académico (Y). Debido a esta correlación, una simple comparación de resultados arrojaría un sesgo, pues los grupos (tratamiento y control) son inherentemente diferentes desde el inicio. Los métodos basados únicamente en el puntaje de propensión (PSM) no logran eliminar este sesgo inobservable, lo que exige la adopción de una estrategia más robusta que aproveche la dimensión temporal de los datos.

Inicialmente, estrategias como el “Emparejamiento por Puntaje de Propensión (PSM)” y los “Estimadores de Doble Robustez (DR)”, como la Regresión Ponderada por el Inverso de la Probabilidad con Regresión Ajustada (IPWRA) (Imbens & Wooldridge, 2009), buscan mitigar el sesgo de selección al condicionar la asignación del tratamiento a variables observables (X). El PSM intenta replicar un ensayo controlado aleatorio, asumiendo la Independencia Condicional (que el tratamiento es independiente del resultado contrafactual, una vez que se controlan las variables X).

No obstante, si existen variables inobservables que están correlacionadas con el tratamiento y el resultado (el núcleo de la endogeneidad también llamado sesgo de selección inobservable), los métodos basados únicamente en PSM y DR resultan insuficientes (Kang & Schafer, 2007). La disponibilidad de datos longitudinales (antes y después de la intervención) permite adoptar una estrategia metodológica más robusta que aborda directamente estos sesgos inobservables.

Dada la estructura de los datos, el enfoque se desplaza hacia modelos que aprovechan el

componente temporal para controlar por la endogeneidad de las características inobservables que son constantes en el tiempo.

Diferencias en Diferencias (DiD)

El Modelo de Diferencias en Diferencias (DiD) es la piedra angular de esta estrategia. Se basa en el supuesto de la tendencia paralela, que establece que, en ausencia del cambio de establecimiento LBE, la evolución temporal de los resultados académicos habría sido la misma para el grupo de tratamiento y el grupo de control.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Tratamiento}_i + \beta_2 \cdot \text{Post}_t + \beta_3 \cdot (\text{Tratamiento}_i \times \text{Post}_t) + \epsilon_{it}$$

El estimador β_3 captura el ATT, neutralizando tanto las diferencias inobservables fijas entre grupos (β_1) como los choques temporales comunes que afectan a todos (β_2).

Diferencias en Diferencias en Diferencias (DDD)

Para asegurar la validez del supuesto de tendencia paralela y aumentar la confianza en la inferencia causal, se implementará el “Modelo de Diferencias en Diferencias en Diferencias (DDD)”. Este modelo introduce un tercer grupo de control que no es susceptible a las tendencias específicas que podrían sesgar el DiD. El DDD elimina el sesgo que resulta de las tendencias diferenciales en el tiempo entre el grupo de tratamiento y el control original, sirviendo como una prueba de robustez definitiva para el estimador ATT.

Variables

La variable de tratamiento (T) es dicotómica, indicando la pertenencia al grupo de cambio al LB. La variable de resultado principal (Y) son los puntajes SIMCE de 2° medio. Los predictores individuales (e.g., escolaridad de los padres, SIMCE 4° básico) y los predictores a nivel de esta-

blecimiento (e.g., dependencia, ranking comunal) serán incluidos en el modelo DiD para aumentar la precisión de las estimaciones y minimizar la varianza de los errores ϵ_{it} (Wooldridge, 2010).

La estrategia empírica se complementará con la verificación del balance inicial. Esta verificación consiste en aplicar la metodología DiD sobre datos del pasado, específicamente los resultados SIMCE de 4to básico. En esa etapa, los estudiantes aún no ingresaban a los Liceos Bicentenario, por lo que no debería existir ningún efecto atribuible al programa.

El objetivo es confirmar matemáticamente que, antes de la intervención, ambos grupos de estudiantes eran comparables. Si el resultado de esta prueba es nulo (cero), se confirma que cualquier mejora observada posteriormente en la enseñanza media es consecuencia real del LBE y no producto de ventajas previas de los alumnos (Kang & Schafer, 2007).

En conjunto, la transición metodológica del PSM/DR al modelo DiD permite abordar la endogeneidad de las características inobservables, proveyendo una base sólida para una estimación válida y robusta del ATT.

La estrategia metodológica de la presente investigación comenzará con la aplicación del DiD para establecer la estimación base del ATT. La aplicación de esta estrategia nos permitirá aislar el efecto causal del cambio de establecimiento LBE sobre el rendimiento académico con la mayor confianza posible, superando los desafíos de la inferencia causal en un entorno observacional. Los detalles de la selección de los grupos, la especificación de los modelos y la validación de los supuestos serán desarrollados en la Sección 5.4 de Metodología.

5. Procesamiento de Datos

Antes de presentar la metodología y el modelo utilizado para estimar el efecto de los Liceos Bicentenario (LBE) sobre el rendimiento estudiantil, resulta fundamental caracterizar los datos empleados. La información proviene principalmente de la Agencia de Calidad de la Educación (SIMCE) y de las bases de datos públicas del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC), específicamente del “Sistema Información General de Estudiantes” (SIGE). A continuación, se detallan las bases de datos específicas que componen el estudio.

5.1. Bases de Datos

SIMCE

El Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) provee la información central del estudio. Se utilizaron archivos de dos años diferentes del SIMCE 4to Básico 2012 y SIMCE 2do Medio del 2018 para una misma muestra de alumnos. Se ocuparon los siguientes registros:

- **Estudiantes (*alu*):** Estas bases contienen los puntajes de las pruebas de Lenguaje y Matemáticas, además de la identificación del estudiante (clave primaria). Es de importancia ya que constituye la variable dependiente (rendimiento) y permite el seguimiento individual.
- **Establecimientos (*rbd*):** Estas bases permiten identificar la dependencia administrativa (Municipal, Particular Subvencionado, etc.) y el Grupo Socioeconómico (GSE) oficial asignado por el ministerio.
- **Cuestionario de Padres (*cpad*):** Aporta variables socioeconómicas críticas como el nivel

educacional de la madre, del padre, y los ingresos del hogar.

- **Cuestionario del Estudiante (*cest*):** Entrega información sobre la percepción del alumno respecto al proceso educativo, incluyendo variables como *Profesor corrige tareas* y *Profesor explica prueba*.

Rendimiento Escolar (SIGE)

Para complementar la información académica, se utilizaron las bases de Rendimiento Escolar (*rend_2012* y *rend_2018*). Estos registros administrativos contienen la situación final de todos los estudiantes matriculados en el país. Donde se obtuvo el promedio general de notas y porcentaje de asistencia. Gracias a esta se permite controlar por desempeño académico general más allá de la prueba estandarizada.

5.1.1. Construcción de la base establecimientos LBE

Debido a que las bases públicas no distinguen explícitamente a los Liceos Bicentenarios (agrupándolos bajo la etiqueta “Municipal”), se generó una base de datos propia. De la cual se extrajo información del documento oficial “*Listado_EE_LBE_-Vigente_ene25*”, extrayendo los datos como la clave primaria (el código RBD), el nombre del liceo y su año de adjudicación (Generación) en un archivo Excel. Obteniendo una base depurada que permite identificar qué establecimientos operaban como LBE en 2012 y cuáles se sumaron hasta el 2018, permitiendo la correcta asignación de la variable de tratamiento.

Para la construcción del panel de datos, se utilizó el software R Studio. El proceso consistió en la fusión de las distintas fuentes descritas anteriormente, utilizando identificadores claves como el MRUN (para alumnos) y el RBD (para establecimientos).

5.2. Creación de la Base de Datos Preliminar

En una primera etapa, se construyó una base de datos preliminar que integra los registros de los años 2012 y 2018 esta se va a llamar “**Base LBE**”. Esta base incluye el RBD del establecimiento, los identificadores del alumno *MRUN* y el *Id_Alumno*, este último permitió la vinculación con los formularios *cest* o *cpad*. Posteriormente, se cruzó la información de cada año con el *MRUN* del alumno respectivo, uniéndolo así con las bases *alu_2012* y *alu_2018*.

En esta fase se aplicó el primer filtro de selección: se conservaron únicamente aquellos registros cuyo *MRUN* estuviera presente en ambas bases de datos. De esta forma, se excluyeron los casos de repitencia fuera del rango temporal establecido o aquellos con datos incompletos en alguno de los periodos.

Finalmente, se realizó el cruce con la base de datos de Establecimientos LBE generada anteriormente para determinar la trayectoria educativa del alumno (presencia en LBE en 2012, 2018 o ambos). A partir de esta información, se construyeron tres variables dicotómicas:

- **LBE:** Toma el valor 1 en el año específico (2012 o 2018) en que el alumno asistió a un establecimiento LBE, y 0 en caso contrario.
- **Alumno_Cambio_LBE (Variable de Tratamiento):** Identifica a los alumnos que realizaron la transición hacia un LBE. Esta variable toma el valor 1 para el *MRUN* en ambos años si el alumno no pertenecía a un establecimiento LBE en 2012 pero sí en 2018. Se seleccionó este criterio como base para medir el cambio en el rendimiento, dado que esta migración representa más del 85 % de los casos del grupo LBE total.
- **Grupo_LBE:** Variable indicadora que toma el valor 1 en ambos años si el alumno estuvo

matriculado en un establecimiento LBE en al menos uno de los periodos observados (2012 o 2018), independientemente de la dirección del cambio.

Tabla 5: Ejemplo del funcionamiento de la estructura de base de datos creada “**Base LBE**”

t	LBE	MRUN	Alumno_cambio_LBE	Grupo_LBE	RBD	Id_Alumno
2012	0	10000414	1	1	125	98392
2018	1	10000414	1	1	12242	19293
2012	1	10000486	0	1	20129	19020
2018	0	10000486	0	1	5654	93932
2012	0	10000669	0	0	9020	19022

5.3. Filtración de datos

El procedimiento comenzó con la base **Base LBE** la cual se hizo el emparejamiento con la base *alu_2012* (4° básico). Se seleccionaron las variables de puntaje matemáticas y puntaje lenguaje, conservando solo a estudiantes con al menos un puntaje válido haciendo el vínculo por el MRUN.

Posteriormente, se realizó la integración secuencial. Se unió la base *rend_2012* mediante el MRUN para agregar el promedio de notas y asistencia. Se enlazó la base *rbd_2012* mediante el código RBD para incorporar la dependencia y el GSE. Se agregaron las variables de capital cultural (educación padres) y percepción docente desde las bases *cpad_2012* y *cest_2012*. Se eliminaron por lo alumnos que no tenían los cuestionarios respondidos

Para los datos de 2° medio 2018, se replicó exactamente el mismo protocolo de limpieza y unión descrito para 2012. Esto garantiza la consistencia de las variables y permite la comparabilidad directa entre el periodo pre-tratamiento y post-tratamiento.

Una vez integradas ambas cohortes, se aplicó un protocolo de filtrado para asegurar la

robustez del análisis:

1. **Eliminación de Repitencia:** Se excluyeron estudiantes que presentaron repitencia entre periodos, para mantener la cohorte normativa.
2. **Consistencia de Matrícula:** Se filtró para mantener solo a aquellos estudiantes presentes en las bases de rendimiento.
3. **Limpieza de Datos Faltantes:** Se eliminaron las observaciones con valores perdidos (*NA*) en las covariables claves (ingreso, educación padres, género).

Como resultado, se obtuvo una base de datos balanceada con 113.423 observaciones para cada año, apta para el análisis longitudinal.

5.4. Construcción de Variables

Con la base consolidada, fue necesario generar nuevas variables para la especificación del modelo econométrico, transformando categorías cualitativas en variables binarias (dummies).

Variable de Tratamiento (Alumno_Cambio_LBE): Variable dicotómica que toma valor 1 si el alumno pertenece a la cohorte que se trasladó a un Liceo Bicentenario de Excelencia y 0 si se mantuvo en otro tipo de establecimiento.

Variables de Padres: A partir de los años de escolaridad declarados, se crearon categorías excluyentes para el nivel educativo de la madre y el padre:

- *Básica:* Educación básica incompleta o completa.
- *Media:* Educación media incompleta o completa.

- *Universitaria*: Educación universitaria completa.
- *Postgrado*: Padres que completaron un postgrado.

Variables de Ingreso: Se creó una variable dicotómica de ingresos familiares a partir de la variable original de ingresos, agrupando los hogares según tramos definidos por:

- *Ingreso Bajo*: Corresponde a los tramos 1 al 4, abarcando desde ingresos menores a \$100.000 hasta \$400.000.
- *Ingreso Medio*: Agrupa los tramos 6 al 9, lo que conlleva rentas desde los \$400.000 hasta los \$1.200.000.
- *Ingreso Alto*: Incluye los tramos 10 al 14, que van desde los \$1.200.000 hasta los \$2.200.000.
- *Ingreso Superior*: Que es el tramo 15, el cual corresponde a sueldos sobre los \$2.200.000.

Variables de Cuestionarios: Se creó una variable dicotómica de los cuestionarios que se hicieron a los estudiantes respecto al rendimiento de los profesores como *Prof Expl Prueba* y *Prof Corr Tareas* teniendo la siguiente nomenclatura, tomando como ejemplo, *Prof Corr Tareas* aplicándose lo mismo para la otra variable.

- *Prof Corr Tareas N*: Representa vacío o doble marca, toma valor 1 cuando se escoge esta alternativa y 0 sino.
- *Prof Corr Tareas MF*: Representa nunca o casi nunca, toma valor 1 cuando el alumno escoge esta alternativa y 0 sino.
- *Prof Corr Tareas F*: Representa pocas veces, toma valor 1 cuando se escoge esta alternativa y 0 sino.

- *Prof Corr Tareas V*: Representa la mayoría de las veces, toma valor 1 cuando se escoge esta alternativa y 0 sino.
- *Prof Corr Tareas MV*: Representa siempre o casi siempre, toma valor 1 cuando el estudiante escoge esta alternativa y 0 sino.

En la siguiente sección, se describe la metodología empleada para cuantificar, mediante un modelo econométrico, el impacto de asistir a un Liceo Bicentenario en los resultados académicos de los estudiantes.

6. Metodología

Esta investigación tiene como objetivo realizar una evaluación del impacto del programa de los LBE, cuanto marca la diferencia el haber estudiado o no en uno de estos establecimientos. Para comprobar esto, se plantea en una metodología, que busca cuantificar el impacto de los liceos bicentenarios de excelencia en el desempeño académico de sus alumnos en Chile. Para ello, se plantea aplicar un modelo econométrico de Diferencias en Diferencias (DID) que será estimado de manera separada para los años 2012 y 2018.

La metodología de este estudio se basa en la tesis de Villar Martínez (2020), en la cual, se busca medir el efecto real de una intervención específica sobre los estudiantes que la recibieron, lo que conocemos como el Efecto Promedio del Tratamiento sobre los Tratados (ATT) a través del modelo econométrico DID.

El ATT es una medida que nos dice cuánto impacto tuvo una intervención (un programa, política, medicamento, etc.) específicamente en el grupo que realmente la recibió. Su objetivo es aislar el efecto causal de la intervención, comparando los resultados de las personas tratadas con lo que habría pasado con esas mismas personas si no hubieran recibido el tratamiento (el escenario contrafactual). Siendo un escenario contrafactual una situación que describe lo que “habría pasado si” algo diferente hubiera ocurrido en el pasado, es decir, es lo contrario de los hechos.

6.1. Modelo de Diferencias en Diferencias

El método de Diferencias en Diferencias (DiD) es una estrategia estadística que permite evaluar el impacto real de un programa, en este caso el Liceo Bicentenario, comparando dos grupos a lo largo del tiempo. Su lógica es sencilla pero potente: busca responder a la pregunta de cuánto mejoraron los alumnos que se cambiaron de establecimiento LBE, en comparación con cuánto

habrían mejorado si se hubieran quedado en su establecimiento original. Para lograr esto, el modelo observa a un grupo de tratamiento (quienes se cambiaron) y a un grupo de control (quienes no) en dos momentos distintos: antes del cambio (2012) y después del cambio (2018) (Angrist & Pischke, 2009).

La estrategia del modelo radica en cómo limpia los resultados mediante dos pasos o diferencias. Primero, observa qué pasó con el grupo de control. Si los alumnos que no se cambiaron subieron sus puntajes entre 2012 y 2018, el modelo asume que ese aumento es la “tendencia natural” o el efecto de maduración que afectó a todos los estudiantes por igual. Segundo, observa al grupo de tratamiento. Si estos alumnos subieron sus puntajes más allá de esa tendencia natural, esa diferencia extra es lo que el modelo identifica como el efecto real del Liceo Bicentenario. En palabras simples, se resta el crecimiento normal del crecimiento total para aislar el valor agregado por el colegio (Gertler et al., 2016).

Esta metodología es fundamental para asegurar que los resultados sean creíbles y no estén “sucios” por otros factores. Por ejemplo, es sabido que los alumnos que postulan a Liceos de excelencia suelen ser más motivados o tener familias más comprometidas (sesgo de selección). Un análisis simple podría confundir esa motivación previa con la calidad del colegio. Sin embargo, el DiD neutraliza este problema porque asume que esa motivación es una característica constante del alumno. Al comparar al alumno consigo mismo en el tiempo y ajustarlo por la tendencia general, el modelo elimina automáticamente la influencia de estas características personales y los cambios generales del entorno, dejando visible únicamente el impacto de la educación recibida (Wooldridge, 2010).

6.2. Diseño del modelo

6.2.1. Variables Dependientes

- **Puntaje Lenguaje:** Corresponde al puntaje obtenido en la prueba SIMCE de lenguaje por el alumno, tanto en 4to básico como en 2do medio. Se utiliza como variable dependiente para analizar el rendimiento académico en esta área.
- **Puntaje Matemática:** Corresponde al puntaje obtenido en la prueba SIMCE de matemática por el alumno, tanto en 4to básico como en 2do medio. Se utiliza como variable dependiente para analizar el rendimiento académico en esta área.

6.2.2. Variables del Alumno

- **Promedio general:** Variable continua que refleja el promedio de calificaciones del alumno durante su trayectoria escolar. Esta medida actúa como un indicador acumulado de rendimiento previo, lo cual permite verificar si el desempeño en las pruebas SIMCE está alineado con los resultados históricos del alumno.
- **Asistencia:** Variable continua, que representa el porcentaje de asistencia del estudiante durante el año escolar. Una mayor asistencia suele estar vinculada a una mejor continuidad en el aprendizaje, mientras que niveles bajos de asistencia puede reflejar problemas de compromiso, dificultades en el hogar o contextuales que inciden negativamente en el rendimiento académico.
- **Alumno Cambio LBE:** Variable dicotómica de valor 1, si el alumno se cambió de establecimiento entre los años 2012 y 2018 hacia un LBE, y 0 en otros casos. Esto es de gran

relevancia para el estudio y el efecto que tiene este cambio en los resultados obtenidos en las pruebas SIMCE.

6.2.3. Variables del Establecimiento

- **LBE:** Variable dicotómica que indica si el establecimiento corresponde a un Liceo Bicentenario de Excelencia (1) o no (0). Esta variable resulta clave para capturar el efecto de pertenecer a este tipo de establecimiento en los puntajes SIMCE.
- **Ruralidad:** Variable dicotómica que indica si el establecimiento se ubica en una zona urbana (1) o rural (0). Esta variable resulta clave para capturar el efecto de pertenecer a este tipo de establecimientos en los puntajes SIMCE.
- **Grupo socioeconómico(GSE):** Representado mediante variables dicotómicas que distinguen los tramos GSE Bajo, GSE medio bajo, GSE Medio, GSE Medio Alto y GSE Alto, tomando como categoría base el GSE Bajo.

6.2.4. Variables Socioeconómicas

- **Educación Madre:** El nivel está representado mediante variables dicotómicas que indica hasta qué nivel educativo alcanzó la madre: Madre Básica, Madre Media, Madre Universidad y Madre Postgrado. Esta variable se considera un importante predictor del rendimiento académico, ya que la educación y cultura de los padres influye directamente en las oportunidades de aprendizaje de los hijos. Se utilizará como categoría base la variable Madre Básica.
- **Educación Padre:** De forma similar, se generaron las variables dicotómicas que reflejan

hasta qué nivel educativo alcanzó el padre: Padre Básica, Padre Media, Padre Universidad y Padre Postgrado. Esta al igual que en el caso de la madre, es una variable altamente relevante para el desarrollo académico del estudiante. Se considera como categoría base la variable del Padre Básica.

- **Ingreso Familiar:** Se crearon variables dicotómicas para clasificar los ingresos del hogar en distintos tramos: Ingreso Bajo, Ingreso Medio, Ingreso Alto, Ingreso Superior. La escala fue construida en función del salario mínimo vigente en el año actual. Esta variable resulta clave, ya que el nivel de ingresos del hogar incide directamente en la disponibilidad de recursos educativos, condiciones de vida y, en consecuencia, en el rendimiento académico de los estudiantes. Se tomará como categoría base el ingreso bajo.

6.2.5. Variables del Cuestionario

- **Prof Corr Tareas:** Variable categórica, que indica si el profesor corrige en clases las tareas que envía para la casa. Siendo vacío (valor N), siempre (valor MV), muchas veces (valor V), pocas veces (valor F), nunca (valor MF), doble marca (valor 99). Para tratar con este tipo de variable, se transformaron cada una en una variable dicotómica siendo 1 si toma el valor representado en cada caso y 0 si no.
- **Prof Expl Prueba:** Variable categórica, que indica si el profesor explica las respuestas correctas cuando entrega las pruebas. Siendo vacío (valor N), siempre (valor MV), muchas veces (valor V), pocas veces (valor F), nunca (valor MF), doble marca (valor N). Para tratar con este tipo de variable, se transformaron cada una en una variable dicotómica siendo 1 si toma el valor representado en cada caso y 0 si no.

6.3. Modelo propuesto

A continuación se presenta el modelo de las diferencias en diferencias (DID), el cual permite analizar los factores que explican las variaciones en el puntaje SIMCE de los alumnos además de analizar si el grupo de tratamiento tuvo algún efecto en el puntaje recibido, en sí el modelo DID busca determinar si el programa de Liceos bicentenarios tuvo éxito. Este modelo incorpora tanto variables institucionales como del alumno y del establecimiento, con el objetivo de captar de manera integral los determinantes del rendimiento académico.

A cada variable se le asigna un coeficiente que refleja su efecto parcial sobre el puntaje SIMCE, manteniendo constantes las demás del modelo. Esto permite cuantificar el vínculo entre las condiciones del entorno educativo y socioeconómico y los resultados en la prueba estandarizada, aportando evidencia sobre cuáles factores influyen con mayor intensidad en el desempeño.

$$\begin{aligned} \text{Puntaje SIMCE}_{it} = & \alpha + \gamma_1 \text{Alumno Cambio LBE}_i + \delta_0 t_i \\ & + \delta_1 (\text{Alumno Cambio LBE}_i \times t_i) \\ & + \beta_1 \text{Urbano}_i + \sum_{a=2}^3 \mu_a \text{Dependencia}_{ai} + \sum_{c=2}^5 \theta_c \text{GSE}_{ci} \\ & + \gamma_2 \text{Asistencia}_{it} + \gamma_3 \text{Promedio}_{it} + \beta_2 \text{Cant. Alumnos Mate}_{it} \\ & + \beta_3 \text{Cant. Alumnos Lect}_{it} + \gamma_4 \text{Género Masculino}_i + \sum_{n=2}^4 \sigma_n \text{Educ. Madre}_{ni} \\ & + \sum_{m=2}^4 \eta_m \text{Educ. Padre}_{mi} + \sum_{k=2}^4 \lambda_k \text{Ingreso Fam.}_{ki} \\ & + \sum_{r=2}^6 \nu_r \text{Prof Corr Tareas}_{rit} + \sum_{p=2}^6 \omega_p \text{Prof Expl Prueba}_{pit} \\ & + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

donde:

- Puntaje $SIMCE_i$ representa la variable dependiente, es decir el puntaje obtenido por el estudiante i en la prueba SIMCE de lenguaje o matemáticas.
- α es la constante del modelo.
- μ_a son los coeficientes asociados a las variables de Dependencia ($a=2,3$), que incluyen las categorías Particular subvencionado y Particular Pagado.
- θ_g son los coeficientes asociados al Grupo Socioeconómico ($c=2, \dots, 5$) que incluye Medio Bajo, Medio, Medio Alto y Alto.
- γ_i son los coeficientes asociados a las variables individuales como: Alumno Cambio LBE, el Promedio, la Asistencia y el Género Masculino.
- β_i son los coeficientes asociados a las variables de establecimiento como: Urbano, Cant. Alumnos Mate y Lectura
- σ_n son los coeficientes asociados a la educación de la madre ($n=2, \dots, 4$). Siendo clasificados como: Básica, Media, Universidad y Postgrado.
- η_m son los coeficientes asociados a la educación del padre ($n=2, \dots, 4$). Siendo clasificados como: Básica, Media, Universidad y Postgrado.
- λ_k son los coeficientes asociados a los tramos de Ingresos familiares ($k=2, \dots, 4$). Siendo clasificados como Bajo, Medio, Alto y Superior.
- ν_r son los coeficientes asociados a la percepción del estudiante respecto a si el Profesor Corrige las Tareas en clase ($r=2, \dots, 6$).

- ω_p son los coeficientes asociados a la percepción del estudiante respecto a si el Profesor Explica Prueba en clase a modo de pauta ($p=2,\dots,6$).
- $\delta_0 t_i$ captura el cambio en el puntaje promedio de los alumnos que no se cambiaron a un LBE (el grupo de control) entre 2012 y 2018.
- $\delta_1(\text{Alumno Cambio LBE}_i \times t_i)$ mide cuánto cambió el puntaje de los alumnos LBE por encima (o por debajo) de lo que se esperaba dada su diferencia inicial (γ_1) y la tendencia del tiempo (δ_0). Este coeficiente sería el $\widehat{ATT}$ de nuestro modelo.
- ε_i corresponde al término de error del modelo.

El modelo DiD se utiliza para evaluar el impacto del cambio de establecimiento a un Liceo Bicentenario en el rendimiento académico de los estudiantes, centrándose en los puntajes SIMCE de Lenguaje y Matemáticas. Adicionalmente, el análisis permite aislar este efecto considerando la incidencia de características institucionales (dependencia y grupo socioeconómico), individuales (género, asistencia y promedio) y del entorno familiar (educación de los padres e ingreso familiar).

Donde el **estimador del ATT** se obtiene mediante el coeficiente del término de interacción en el modelo de regresión lineal. Este coeficiente captura la diferencia promedio en la evolución temporal del grupo de tratamiento respecto al grupo de control, es decir, manteniendo constantes las demás covariables observables incluidas en la especificación.

$$\widehat{ATT}_{DiD} = \underbrace{\left(\mathbb{E}[Y|G=1, t=1] - \mathbb{E}[Y|G=1, t=0] \right)}_{\text{Cambio en Grupo Tratamiento}} - \underbrace{\left(\mathbb{E}[Y|G=0, t=1] - \mathbb{E}[Y|G=0, t=0] \right)}_{\text{Cambio en Grupo Control}} \quad (1)$$

Donde:

- $G = 1$: Grupo Tratado (Alumno Cambio LBE).
- $G = 0$: Grupo Control (No cambio).
- $t = 1$: Periodo Post (Año 2018).
- $t = 0$: Periodo Pre (Año 2012).

6.3.1. Variaciones del Modelo

A continuación se detallan los modelos para medir el efecto del cambio a Liceo Bicentenario de Excelencia (LBE). La variable dependiente, denotada como Puntaje_{it} , representa el puntaje estandarizado SIMCE (ya sea de Matemáticas o Lenguaje) del estudiante i en el tiempo t .

Modelo 1: Diferencias en Diferencias Simple

Este modelo base estima el efecto del tratamiento (cambio a LBE) considerando únicamente la interacción temporal, sin ajustar por características del estudiante ni del establecimiento.

$$\text{Puntaje SIMCE}_{it} = \alpha + \gamma_1 \text{Alumno Cambio LBE}_i + \delta_0 t_i + \delta_1 (\text{Alumno Cambio LBE}_i \times t_i) + \varepsilon_{it}$$

Nota: La descripción de los parámetros es la misma del modelo propuesto 6.3.

Modelo 2: Modelo GSE

En este modelo, se incorporan variables asociadas al desempeño y características del estudiante (notas, sexo, asistencia) y características estructurales del establecimiento (dependencia administrativa, ubicación, tamaño del curso), mejorando la precisión de la estimación. Además, se agregan las variables categóricas del Grupo Socioeconómico (GSE), permitiendo controlar por el

nivel de vulnerabilidad agregado del establecimiento.

$$\begin{aligned} \text{Puntaje SIMCE}_{it} = & \alpha + \gamma_1 \text{Alumno Cambio LBE}_i + \delta_0 t_i + \delta_1 (\text{Alumno Cambio LBE}_i \times t_i) \\ & + \gamma_2 \text{Promedio}_{it} + \gamma_3 \text{Sexo}_i + \gamma_4 \text{Asistencia}_{it} \\ & + \sum_{d=2}^3 \beta_d \text{Dependencia}_{di} + \gamma_5 \text{Urbano}_i + \gamma_6 \text{Cant. Alumnos}_{it} \\ & + \sum_{g=2}^5 \theta_g \text{GSE}_{gi} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

Nota: La descripción de los parámetros es la misma del modelo propuesto 6.3.

Modelo 3: Modelo Integral

Este modelo expande la caracterización socioeconómica incorporando variables específicas del entorno familiar (nivel educativo de la madre y del padre, tramos de ingreso). Este es el modelo robusto llamado “Diferencias en Diferencias”, con todas las variables del modelo inicial, sin un VIF sobre 8 ni la presencia de multicolinealidad.

$$\begin{aligned}\text{Puntaje SIMCE}_{it} = & \alpha + \gamma_1 \text{Alumno Cambio LBE}_i + \delta_0 t_i + \delta_1 (\text{Alumno Cambio LBE}_i \times t_i) \\ & + \gamma_2 \text{Promedio}_{it} + \gamma_3 \text{Sexo}_i + \gamma_4 \text{Asistencia}_{it} \\ & + \sum_{d=2}^3 \beta_d \text{Dependencia}_{di} + \gamma_5 \text{Urbano}_i + \gamma_6 \text{Cant. Alumnos}_{it} \\ & + \sum_{g=2}^5 \theta_g \text{GSE}_{gi} \\ & + \sum_n \sigma_n \text{Educ. Madre}_{ni} + \sum_m \alpha_m \text{Educ. Padre}_{mi} \\ & + \sum_k \lambda_k \text{Ingreso Fam.}_{ki} + \varepsilon_{it}\end{aligned}$$

Nota: La descripción de los parámetros es la misma del modelo propuesto 6.3.

6.4. Evaluación robustez del modelo

Con el fin de garantizar la validez de los resultados obtenidos a partir del modelo de diferencias en diferencias, se llevó a cabo una evaluación sistemática. La revisión se realizó en tres dimensiones principales: correlación entre variables, presencia de multicolinealidad y verificación de heterocedasticidad.

6.4.1. Correlación entre variables

Se construyeron matrices de correlación para todas las variables incluidas en el modelo, a fin de identificar posibles asociaciones lineales elevadas que pudieran afectar la estimación de los coeficientes. Este análisis exploratorio permitió detectar relaciones esperadas entre variables socioeconómicas, donde se encontraron correlaciones altas, como entre grupo socioeconómico

alto y particular pagado o como en cantidad alumnos lenguaje y cantidad alumnos mate.

6.4.2. Multicolinealidad

La multicolinealidad se evaluó mediante el cálculo del *Variance Inflation Factor* (VIF) para cada regresor. Como criterio de referencia, se consideró problemático un $VIF > 8$, lo que implicaría redundancia informativa entre las variables independientes. Los resultados mostraron valores moderados, descartando la existencia de multicolinealidad severa. De esta forma, las variables se mantuvieron en el modelo al no comprometer su interpretabilidad.

6.4.3. Heterocedasticidad

La homocedasticidad de los errores se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Los resultados evidenciaron presencia de heterocedasticidad en algunos de los modelos estimados. Ante esta situación, se optó por la corrección de varianzas mediante la estimación de errores estándar robustos tipo White, lo cual asegura que los errores estándar de los coeficientes sean consistentes incluso en presencia de heterocedasticidad.

En conjunto, estas evaluaciones permiten afirmar que el modelo econométrico mantiene un nivel adecuado de robustez y que los resultados reportados son confiables para el análisis de si estar o no en un liceo bicentenario afecta al rendimiento académico.

7. Estadística Descriptiva

7.0.1. Tamaño de muestra

A nivel nacional, el universo inicial de 2012 contempla 7.753 establecimientos (98,8 % de la cobertura de 4° básico), con un total de 228.272 estudiantes evaluados en el SIMCE. Para el año 2018, el universo en 2° medio registra 2.930 establecimientos y 212.999 estudiantes.

Posteriormente, se realizó un proceso de depuración para construir un panel de datos balanceado. Se seleccionaron únicamente aquellos establecimientos y alumnos que contaran con información completa en los cuestionarios de estudio y rendimiento académico en 2012, y que además pudieran ser seguidos hasta rendir el SIMCE de 2° medio en 2018. Tras este cruce de información, la muestra de establecimientos base de 2012 se ajustó levemente a 7.741 con 177.618 estudiantes.

Respecto al grupo de interés, alumnos que estudiaron en un LBE, el universo total representa cerca del 7 % de los evaluados (11.663 estudiantes). Sin embargo, este estudio se focaliza específicamente en los estudiantes que se cambiaron a un LBE hacia el 2018 (tratamiento), grupo que inicialmente contaba con 10.435 alumnos.

Finalmente, tras aplicar todos los filtros de consistencia, la muestra total consolidada consta de 226.846 observaciones, distribuidas equitativamente en 113.423 registros por año. Dentro de esta muestra final, el grupo de tratamiento (Alumnos Cambio LBE) quedó conformado por 7.369 estudiantes por período.

En términos generales, los estudiantes que se cambiaron de establecimiento de uno regular a uno bicentenario presentan resultados académicos muy elevados. Incluso antes de ingresar a este tipo de establecimientos, lo anterior se puede corroborar con sus puntajes simce de 4to básico y su promedio de notas.

7.1. Variable Dependiente

En esta sección se presentan los resultados estadísticos de los puntajes SIMCE de Lenguaje y Matemática de los años 2012 y 2018 para un mismo grupo de estudiantes. Estos puntajes corresponden a la variable dependiente principal del modelo econométrico, ya que estos reflejan el rendimiento académico de manera directa de los estudiantes.

Tabla 6: Estadísticos Descriptivos por Prueba y Año

Prueba	Año	Promedio	Mediana	Desv. Estándar	Mín.	Máx.
Lenguaje	2012	278.0	282.0	48.4	110.0	377.0
Lenguaje	2018	257.0	260.0	47.9	112.0	394.0
Matemática	2012	272.0	273.0	47.0	107.0	379.0
Matemática	2018	275.0	273.0	64.4	95.8	484.0

7.2. Variables Independientes

En esta sección se presentan las estadísticas descriptivas de todas las variables independientes asociadas al estudio para el año 2012 y 2018. Luego se hará un análisis más detallado de las variables más relevantes, como el grupo socioeconómico del establecimiento, así como el género de los estudiantes y su relación con el puntaje obtenido en las pruebas SIMCE, así como, el análisis de la educación e ingresos de los padres.

7.2.1. Resumen Estadísticas

Tabla 7: Estadísticos Descriptivos de las Variables con un N = 113.423 del año 2012

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Asistencia	93.00	11.00	0	100
Cantidad Alumnos Lect	62.00	42.00	0	261
Continúa en la siguiente página...				

Tabla 7 – continuación de la página anterior

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Cantidad Alumnos Mate	62.00	42.00	2	262
Prom Gral	5.90	0.81	0	7
LBE	0.0019	0.044	0	1
Alumno Cambio LBE	0.063	0.24	0	1
Sexo Masculino	0.47	0.50	0	1
Municipal	0.36	0.48	0	1
Part. Subvencionado	0.56	0.50	0	1
Part. Pagado	0.081	0.27	0	1
Urbano	0.89	0.31	0	1
Prof Corr Tareas N	0.009	0.094	0	1
Prof Corr Tareas MV	0.72	0.45	0	1
Prof Corr Tareas V	0.23	0.42	0	1
Prof Corr Tareas F	0.036	0.19	0	1
Prof Corr Tareas MF	0.009	0.094	0	1
Prof Expl Prueba N	0.013	0.11	0	1
Prof Expl Prueba MV	0.66	0.47	0	1
Prof Expl Prueba V	0.26	0.44	0	1
Prof Expl Prueba F	0.047	0.21	0	1
Prof Expl Prueba MF	0.020	0.14	0	1
GSE Bajo	0.086	0.28	0	1
GSE Medio Bajo	0.26	0.44	0	1
GSE Medio	0.36	0.48	0	1
GSE Medio Alto	0.20	0.40	0	1
GSE Alto	0.093	0.29	0	1
Padre Básica	0.17	0.38	0	1
Padre Media	0.46	0.50	0	1
Padre Universidad	0.28	0.45	0	1
Padre Postgrado	0.026	0.16	0	1
Madre Básica	0.17	0.38	0	1
Madre Media	0.49	0.50	0	1
Madre Universidad	0.30	0.46	0	1
Madre Postgrado	0.013	0.11	0	1
Ingreso Bajo	0.62	0.48	0	1

Continúa en la siguiente página...

Tabla 7 – continuación de la página anterior

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Ingreso Medio	0.25	0.43	0	1
Ingreso Alto	0.06	0.23	0	1
Ingreso Superior	0.05	0.22	0	1

Tabla 8: Estadísticos Descriptivos de las Variables con un N = 113.423 del año 2018

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
Asistencia	93.00	10.00	0	100
Cantidad Alumnos Lect	119.00	94.00	2	716
Cantidad Alumnos Mate	122.00	97.00	3	750
Prom Gral	5.70	0.77	0	7
LBE	0.065	0.25	0	1
Alumno Cambio LBE	0.063	0.24	0	1
Sexo Masculino	0.47	0.50	0	1
Municipal	0.29	0.46	0	1
Part. Subvencionado	0.59	0.49	0	1
Part. Pagado	0.10	0.30	0	1
Urbano	0.97	0.16	0	1
Prof Corr Tareas N	0.009	0.093	0	1
Prof Corr Tareas MV	0.059	0.24	0	1
Prof Corr Tareas V	0.20	0.40	0	1
Prof Corr Tareas F	0.43	0.50	0	1
Prof Corr Tareas MF	0.30	0.46	0	1
Prof Expl Prueba N	0.012	0.11	0	1
Prof Expl Prueba MV	0.048	0.21	0	1
Prof Expl Prueba V	0.12	0.33	0	1
Prof Expl Prueba F	0.36	0.48	0	1
Prof Expl Prueba MF	0.45	0.50	0	1
GSE Bajo	0.22	0.41	0	1
GSE Medio Bajo	0.33	0.47	0	1
GSE Medio	0.24	0.43	0	1
GSE Medio Alto	0.11	0.32	0	1

Continúa en la siguiente página...

Tabla 8 – continuación de la página anterior

Variable	Promedio	Desv. Est.	Mín.	Máx.
GSE Alto	0.092	0.29	0	1
Padre Básica	0.17	0.37	0	1
Padre Media	0.45	0.50	0	1
Padre Universidad	0.28	0.45	0	1
Padre Postgrado	0.033	0.18	0	1
Madre Básica	0.16	0.36	0	1
Madre Media	0.49	0.50	0	1
Madre Universidad	0.31	0.46	0	1
Madre Postgrado	0.02	0.14	0	1
Ingreso Bajo	0.44	0.5	0	1
Ingreso Medio	0.39	0.49	0	1
Ingreso Alto	0.08	0.27	0	1
Ingreso Superior	0.07	0.26	0	1

La Tabla 7 y la Tabla 8 presentan los estadísticos descriptivos de las variables incorporadas en el modelo econométrico. El conjunto de datos contiene un total de 226.846 observaciones válidas, distribuido equitativamente con 113.423 registros para el año 2012 y 113.423 para el año 2018. Esta uniformidad en la muestra temporal es fundamental, ya que fortalece la capacidad de comparación que requiere la metodología de Diferencias en Diferencias (DiD). Para cada variable, se reportan el promedio, la desviación estándar y los valores mínimos y máximos.

Del análisis de los descriptivos, se observa una ligera mayoría de mujeres en la población, alcanzando el 53 % de la muestra. En cuanto a la asistencia escolar, esta se mantiene notablemente alta y constante, promediando el 93 % en ambos años, lo cual indica una alta y estable concurrencia en los establecimientos educacionales durante el período evaluado. Respecto al rendimiento académico general, el promedio de notas experimentó una ligera tendencia a la baja, disminuyendo en 0,2 puntos entre 2012 y 2018; esta variación podría ser indicativa de un aumento en la dificultad

del currículo o en los estándares de evaluación aplicados durante esos años. En lo que concierne al contexto socioeconómico capturado por las variables dicotómicas, se destaca que la mayoría de los padres ha completado la enseñanza media. Adicionalmente, se observa que una proporción significativa de la muestra se concentraba en los tramos de ingresos bajos, con un 62 % y un 44 % en las categorías más bajas en 2012 y 2018, respectivamente; la disminución en esta proporción entre los años sugiere una posible mejora en el entorno socioeconómico o una disminución de la pobreza, un factor relevante para contextualizar los resultados. Respecto a los GSE, la muestra se compone mayoritariamente por establecimientos de dependencia Particular Subvencionado, cuyos grupos socioeconómicos (GSE) se concentran coherentemente en el tramo Medio.

Finalmente, respecto a la participación en establecimientos LBE, se observa un incremento sustancial entre 2012 y 2018. En 2012, la muestra corresponde a estudiantes de 4to básico, mientras que la mayoría de los Liceos Bicentenario inician su oferta académica desde 7mo básico, lo que explica la participación marginal del 0,02 %. En contraste, para el año 2018, cuando la cohorte cursa 2do medio, la proporción de alumnos en LBE se normaliza alcanzando un 6,5 %, cifra consistente con la estimación poblacional del 7 % de cobertura de estos establecimientos.

Para ofrecer un análisis más completo y pertinente a la pregunta de investigación, las siguientes subsecciones profundizarán en los tópicos y variables más relevantes para responder al objetivo principal que es cómo afecta el cambiarse de establecimiento LBE al rendimiento académico.

7.2.2. Grupo Socioeconómico GSE

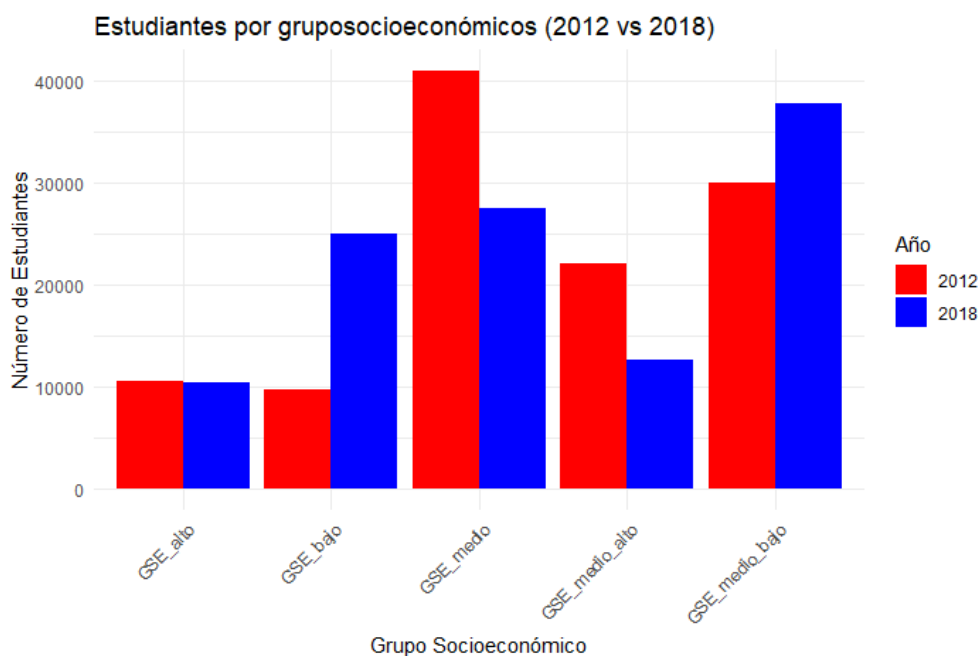


Figura 1: Distribución de estudiantes por grupo socioeconómico

Entre los años 2012 y 2018 se observa que los grupos socioeconómicos (GSE) de los establecimientos respecto a la distribución de estudiantes, siendo estos el total de la muestra a trabajar. En ambos periodos, la concentración de alumnos es mayor en los grupos Medio Bajo y Medio. Esto refleja la fuerte presencia de sectores de ingresos medios en el sistema escolar chileno. Aunque se observa que el grupo Medio experimenta una disminución considerable en 2018 respecto a 2012 aunque continúa siendo de los sectores más numerosos. Además se observa en el grupo Bajo que hubo un aumento significativo entre ambos años en el número de estudiantes matriculados.

7.2.3. Sexo

Respecto a esta variable, se hizo la comparación solo para los estudiantes que se cambiaron a un Liceo Bicentenario de Excelencia. Por ello, la muestra es de 7.122 estudiantes para el año

2012 y 7.075 para el año 2018 siendo el 7 % del total de la muestra.

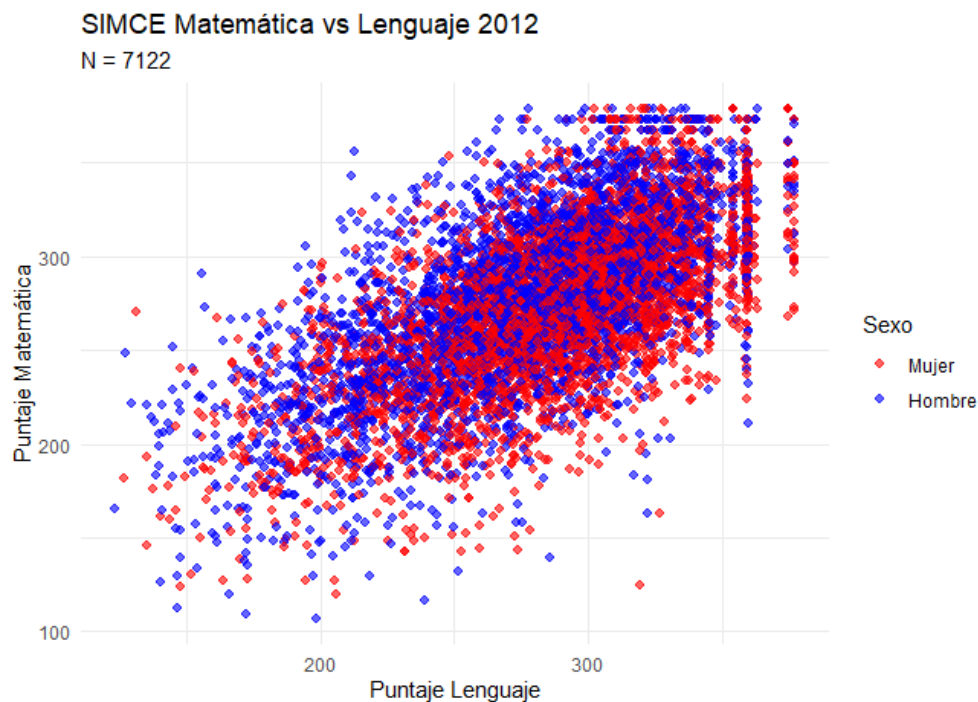


Figura 2: Gráfico que muestra los puntajes de la prueba SIMCE 2012 de Lenguaje y Matemáticas de estudiantes que estudiaron en LBE según sexo.

Como se observa en el gráfico 2, respecto a los resultados de las pruebas de Lenguaje y Matemáticas de 4to básico en 2012, la distribución de los puntajes (tanto en hombres como en mujeres) muestra una concentración predominante en el rango de 250 a más de 300 puntos. Al analizar el desempeño por género, se evidencia una clara tendencia: los hombres tienen un mejor rendimiento en Matemáticas que en Lenguaje, lo cual se puede evidenciar en la acumulación de puntos azules en el eje de “Puntaje Matemáticas” más altos y más dispersos en el “Puntaje Lenguaje”. Mientras que las mujeres presentan resultados superiores en las pruebas de Lenguaje que en Matemáticas.

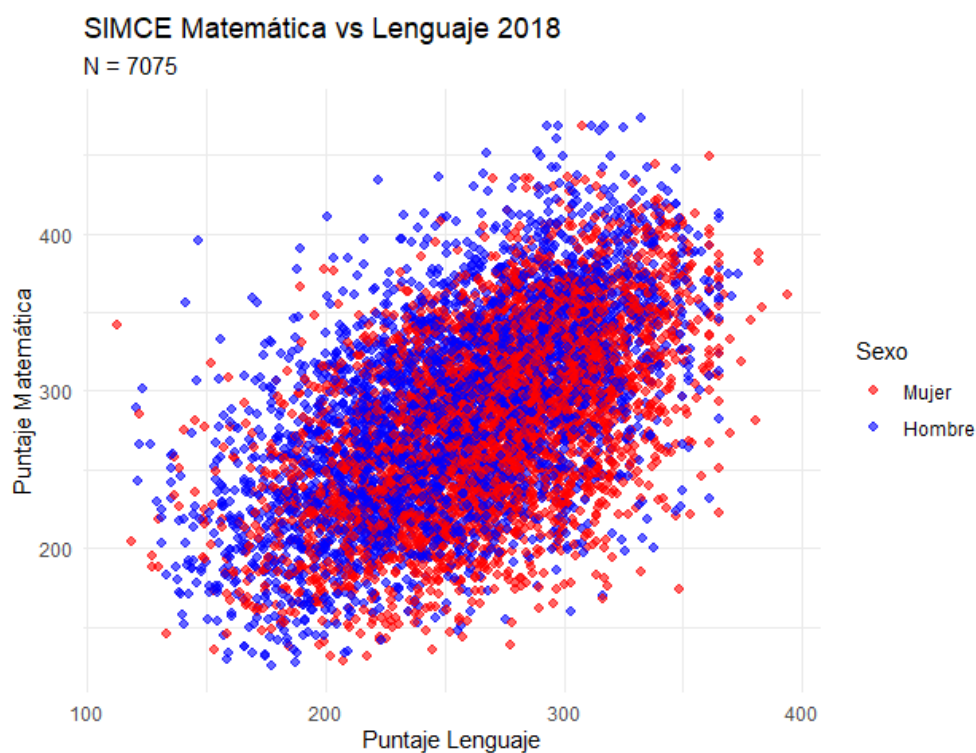


Figura 3: Gráfico que muestra los puntajes de la prueba SIMCE 2018 de Lenguaje y Matemáticas de estudiantes que estudiaron en LBE según sexo.

Se puede ver en el gráfico 3 que en los resultados de la prueba de lenguaje y matemática de 2do medio del 2018. Si bien se mantiene un patrón similar al observado en 2012 respecto a las brechas de género (donde prevalecen puntajes más altos en matemáticas para los hombres y en lectura para las mujeres), se distingue un cambio en la distribución de los datos. La concentración de puntajes presenta una mayor dispersión (amplitud), extendiendo el rango de resultados hasta alcanzar valores cercanos a los 400 puntos.

7.2.4. Nivel educativo de los Padres 2012 y 2018

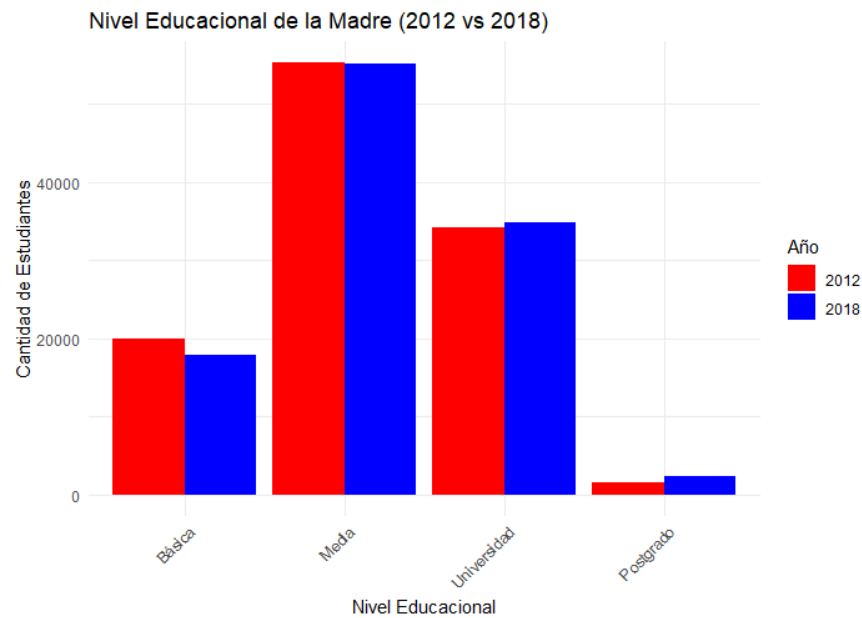


Figura 4: Gráfico del nivel educativo de la madre del estudiante del total de la muestra

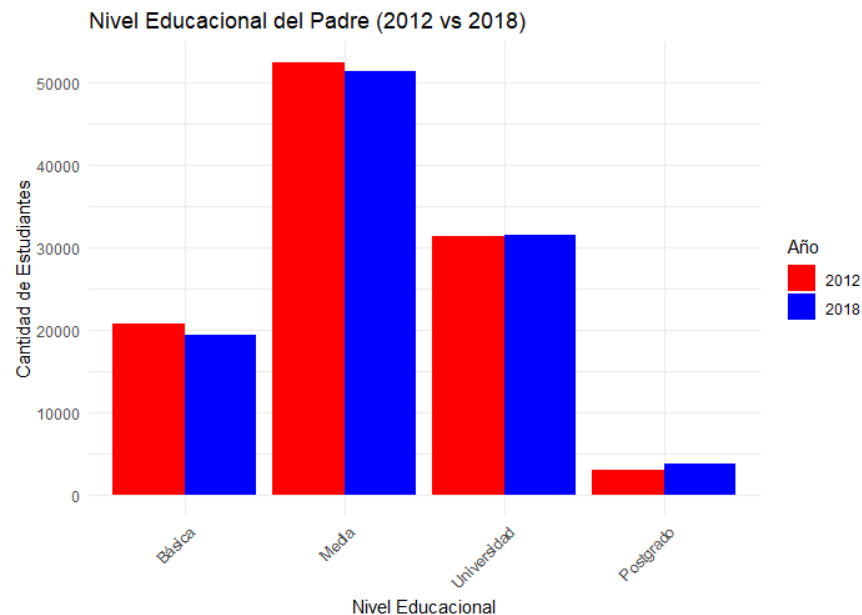


Figura 5: Gráfico del nivel educativo del padre del estudiante del total de la muestra

Al analizar los gráficos 4 y 5, no se observa una variación significativa entre los años 2012 y 2018. Este comportamiento es esperable, dado que el estudio realiza un seguimiento a la misma

cohorte de estudiantes (desde 4to básico hasta 2do medio), por lo que características estructurales, como el nivel educativo de los padres, tienden a permanecer estables en el tiempo.

En cuanto a la distribución, predomina la proporción de madres que completaron la enseñanza media, seguida por aquellas con estudios universitarios (completos o incompletos), lo cual evidencia un buen nivel educativo en la muestra. Un patrón similar se observa en los padres, donde la mayoría se concentra en la educación media completa, seguida por la universitaria. Asimismo, se aprecia en ambos grupos una leve disminución de la proporción de apoderados que solo terminaron la educación básica, lo que sugiere una transición hacia niveles educativos superiores.

7.2.5. Ingreso Familiar de los Padres

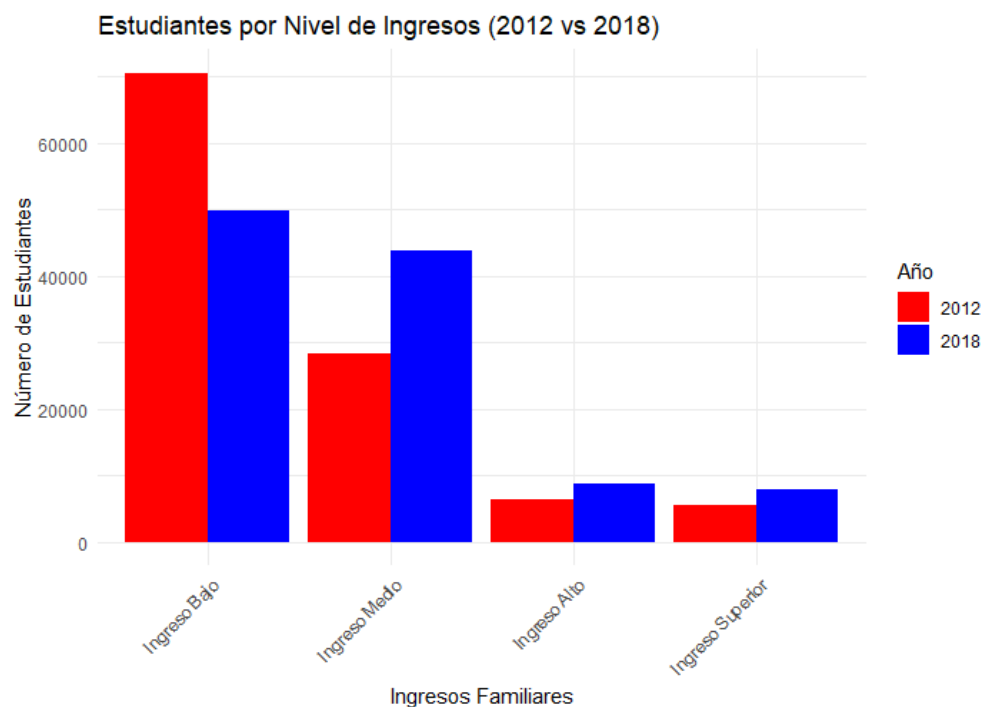


Figura 6: Gráfico de ingresos familiares de los estudiantes de la muestra

Respecto a la Gráfica 6, se puede visualizar una variación respecto a los años 2012 y 2018 en los ingresos percibidos por los padres de los estudiantes. En el año 2018, se observa un au-

mento en el número de apoderados con ingreso medio (entre \$400.000 y \$1.200.000), en contraste con una disminución en el segmento de ingresos bajos. No obstante, esta última categoría (\$0 a \$400.000) mantiene la mayor proporción de la muestra tanto en 2012 como en 2018. Por otro lado, los segmentos de menor magnitud corresponden al ingreso alto (sobre \$1.200.000) y superior (sobre \$2.200.000), aunque en este último se detecta un leve incremento de estudiantes.

Respecto a la Gráfica 6, se puede visualizar una variación en los ingresos percibidos por los padres entre los años 2012 y 2018. En 2018, se observa un aumento en la proporción de apoderados situados en el tramo de ingreso medio (entre \$400.000 y \$1.200.000), en contraste con una disminución en el segmento de ingresos bajos.

Es fundamental interpretar estos movimientos con precaución. Al mantener los mismos rangos de dinero fijo para ambos años, es muy probable que el paso de familias a un tramo superior sea solo un reflejo de la inflación. En otras palabras, aunque los sueldos aumentaron su valor nominal, el dinero vale menos que antes. Por lo tanto, es posible que el poder de compra real de estas familias no haya mejorado, a pesar de estar en una categoría de ingresos más alta.

7.2.6. Promedio y Asistencia Estudiantes

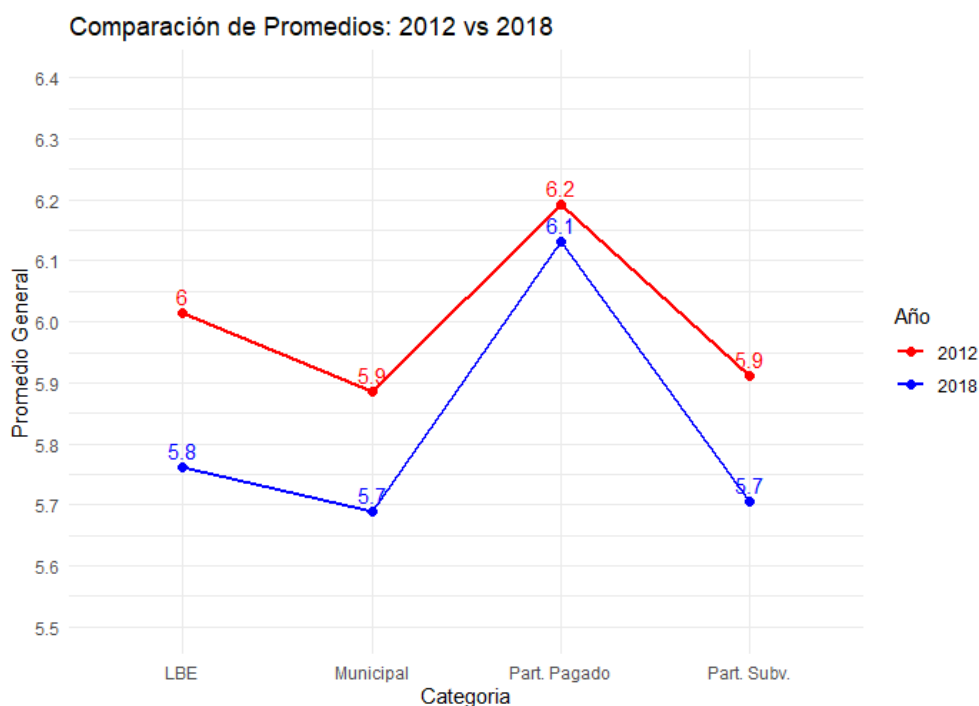


Figura 7: Promedio estudiantes según dependencia educacional

Respecto al gráfico 7, se observa una variación significativa en los promedios entre los años 2012 y 2018, lo cual se puede ver en el descenso general en el rendimiento durante el 2018. Este fenómeno podría atribuirse al incremento en la complejidad curricular propio de la Enseñanza Media en comparación con el nivel de 4to básico.

Por otro lado, es relevante destacar que los establecimientos particulares pagados mantienen los resultados más altos. Esto suele asociarse tanto a la disponibilidad de recursos educativos y calidad docente, como al nivel socioeconómico de los estudiantes que asisten a ellos. En el contexto específico de este estudio, aunque el promedio inicial de nota 6 en 2012 disminuye en 2 puntos para el 2018, este grupo sigue presentando un desempeño superior en comparación con los establecimientos municipales y particulares subvencionados.

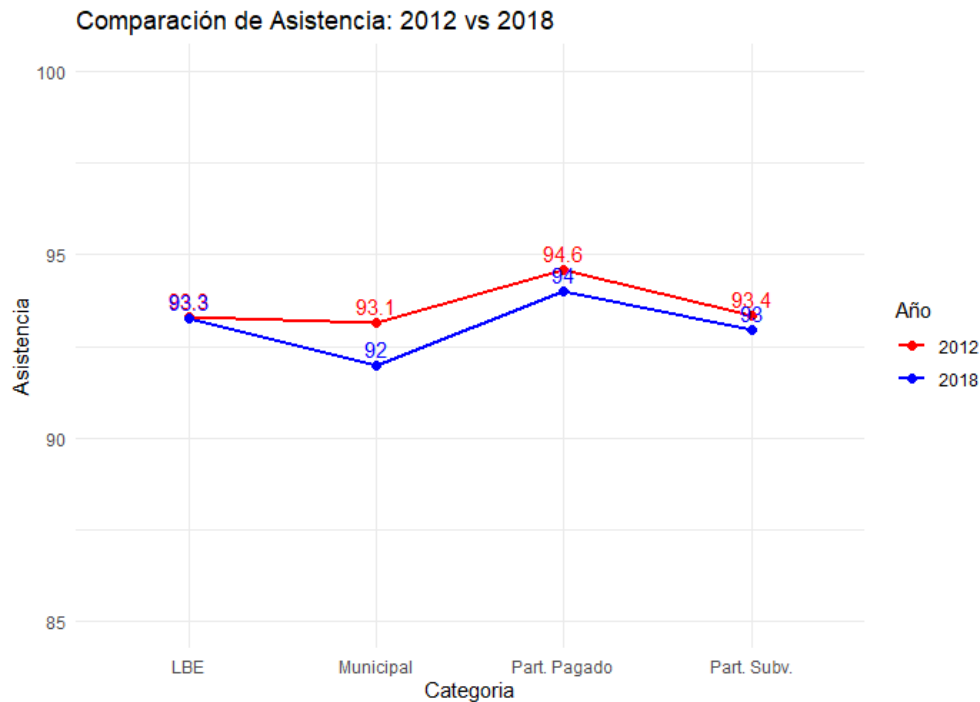


Figura 8: Asistencia estudiantes según dependencia educacional

Respecto al análisis del gráfico 8, se observa que la asistencia se mantiene relativamente constante a lo largo del tiempo, dado que las curvas de 2012 y 2018 presentan una gran cercanía. En cuanto a las categorías de dependencia educacional, la mayor variación temporal se aprecia en la dependencia municipal, la cual disminuyó de un 93,1 % a un 92 % en 2018. Si bien este cambio no es drástico, cabe destacar que la dependencia municipal registra la menor asistencia global, en contraste con los establecimientos particulares subvencionados que alcanzaron la cifra más alta, con un 94,6 % en 2012.

8. Resultados

8.1. Modelo de Matemática

A continuación, se presentan los resultados del modelo Diferencias en Diferencias que integra interacción temporal, aplicada a los puntajes de Matemática. El propósito principal de este estudio es estimar el efecto causal del traslado a un Liceo Bicentenario (LBE) sobre el rendimiento académico. Para ello, se busca aislar el impacto específico del programa de las tendencias temporales generales y de los factores socioeconómicos y familiares que determinan el desempeño escolar. Este objetivo se realizará utilizando datos SIMCE del 2012 (4° Básico) y 2018 (2° Medio) para una misma cohorte.

Los resultados del modelo inicial completo es el siguiente:

Tabla 9: Resultados del Modelo de Matemáticas

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
<i>Interacciones</i>				
Alumno Cambio LBE $\times t$	8,989***	0,814	11,04	< 0,001
(Intercepto)	142,734***	1,661	85,94	< 0,001
Alumno Cambio LBE	2,405*	1,216	1,98	0,048
Tiempo (t)	10,014***	0,385	26,04	< 0,001
Prom Gral	38,405***	0,335	114,81	< 0,001
Sexo Masculino	11,975***	0,200	59,86	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 9 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Asistencia	-1,583***	0,023	-70,13	< 0,001
Part. Subvencionado	6,743***	0,251	26,81	< 0,001
Part. Pagado	14,544***	0,812	17,91	< 0,001
Urbano	-8,740***	0,430	-20,31	< 0,001
GSE Medio Bajo	16,844***	0,332	50,72	< 0,001
GSE Medio	32,669***	0,383	85,40	< 0,001
GSE Medio Alto	41,323***	0,468	88,38	< 0,001
GSE Alto	44,146***	0,887	49,80	< 0,001
Madre Media	2,111***	0,289	7,31	< 0,001
Madre Universidad	4,911***	0,368	13,36	< 0,001
Madre Postgrado	6,440***	0,870	7,40	< 0,001
Padre Media	0,480	0,270	1,78	0,076
Padre Universidad	3,919***	0,358	10,93	< 0,001
Padre Postgrado	6,006***	0,708	8,48	< 0,001
Ingreso Medio	0,285	0,250	1,14	0,253
Ingreso Alto	4,207***	0,482	8,73	< 0,001
Ingreso Superior	10,413***	0,620	16,80	< 0,001
Cantidad Alumnos Lect	0,329***	0,025	13,20	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 9 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Cantidad Alumnos Mate	-0,289***	0,024	-11,92	< 0,001
Prof Corr Tareas MV	-2,514***	0,455	-5,53	< 0,001
Prof Corr Tareas V	2,992***	0,381	7,86	< 0,001
Prof Corr Tareas F	0,175	0,284	0,62	0,538
Prof Expl Prueba MV	5,534***	0,423	13,10	< 0,001
Prof Expl Prueba V	0,317	0,387	0,82	0,413
Prof Expl Prueba F	-1,628***	0,278	-5,85	< 0,001

Códigos Signif: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, . $p < 0,1$

A continuación se presentan los resultados del Modelo DiD. Esta especificación de regresión lineal permite estimar el efecto causal del programa sobre el puntaje SIMCE de Matemáticas, controlando por los efectos fijos de grupo y tiempo, ajustando simultáneamente por las diferencias observables en las características sociodemográficas de los estudiantes.

En primer lugar, la variable *Alumno Cambio LBE* $\times t$ tuvo un coeficiente positivo de 8,989 y con una significancia de $p < 0,001$. Esto indica que los estudiantes que se cambiaron a un Liceo Bicentenario obtuvieron, en promedio, casi 9 puntos más en la prueba SIMCE de Matemáticas que el grupo de control, después de descontar el efecto del tiempo y las características observables.

La variable *Alumno Cambio LBE* (sin interactuar) es pequeña, con un coeficiente de 2,40 y con una significancia de $p = 0,048$, lo cual, es lo habitual que se exige. Esto sugiere que, antes del tratamiento, los alumnos que se cambiarían a un LBE ya tenían una ventaja muy leve sobre el

resto, pero lo importante del impacto viene de la interacción (el cambio de establecimiento).

Respecto a la variable tiempo (t), se evidencia un efecto positivo y altamente significativo en el intercepto, con un coeficiente de 10,01 puntos y con una significancia de $p < 0,001$. Este hallazgo indica que un estudiante con características idénticas obtuvo, en promedio, casi 10 puntos más en 2018 comparado con 2012. Esto sugiere que, independiente del tipo de colegio, hubo una mejora generalizada en los puntajes de matemáticas para toda la muestra entre 2012 y 2018.

Por otro lado, el *Promedio General* de notas aporta +38,4 puntos al SIMCE de matemáticas por cada unidad de nota adicional, con una significancia de $p < 0,001$. Esto demuestra que el rendimiento escolar previo es un predictor potente del resultado SIMCE, siendo una variable con una alta significancia estadística dentro del modelo.

En cuanto a la variable de género, se obtiene un coeficiente positivo de +11,97 con una significancia de $p < 0,001$. Dado que la categoría base corresponde a las mujeres, este resultado confirma la existencia de una brecha de rendimiento a favor de los hombres, ratificando la tendencia histórica observada en la prueba SIMCE de Matemáticas.

Respecto a la variable *Asistencia* presenta un coeficiente de $-1,58$ y con una significancia de $p < 0,001$. Si bien teóricamente sugiere un impacto positivo, este valor negativo sugiere un fenómeno de multicolinealidad con el *Promedio General*, esto está sustentado por una fuerte correlación entre las variables donde se profundizó en la sección 8.3. Al controlar por notas (que ya implican una conducta de asistencia), la variable de asistencia pierde su poder explicativo directo y su coeficiente se ve sesgado negativamente por la predominancia estadística del promedio de notas.

Respecto a las variables de establecimientos. La dependencia escolar, al comparar con la categoría base (Municipal), se observan coeficientes significativos que reflejan una ventaja esca-

lonada. Los establecimientos Particulares Subvencionados presentan un efecto de +6,74 puntos y con una significancia de $p < 0,001$, cifra que se duplica en el caso de los Particulares Pagados, alcanzando los +14,54 puntos con una significancia de $p < 0,001$. Este patrón confirma la existencia de una brecha de rendimiento asociada al tipo de administración del colegio, resultado que es consistente con la estratificación evidenciada en el análisis del GSE.

Respecto a la variable *Urbano*, tomando categoría base establecimiento Rural, se puede ver que tiene un efecto negativo en el puntaje SIMCE de Matemáticas, siendo de -8,74 con una significancia de $p < 0,001$. Esto indica, que los colegios urbanos rinden menos que los rurales en esta muestra específica, esto puede ser por el enfoque integral y comunitario de su educación, ya que hay menos alumnos por sala lo que hace la educación más personalizada.

Respecto al Grupo Socioeconómico (GSE) de los establecimientos, se observa una fuerte estratificación en los resultados. Comparado con el grupo más vulnerable (GSE Bajo), pertenecer al GSE Alto otorga una ventaja de +44,15 puntos con una significancia de $p < 0,001$, al GSE Medio Alto de +41,32 con una significancia de $p < 0,001$ y al GSE Medio de +32,67 con una significancia de $p < 0,001$.

Respecto a las variables relacionadas con la educación de los padres (con Educación Básica como base), se evidencia que a mayor nivel educativo, mayor es el aporte al puntaje SIMCE. Sin embargo, el efecto de la madre es mayor y consistente: todas sus variables son significativas, llegando a sumar +6,44 puntos en postgrado con una significancia de $p < 0,001$. Por su parte, el padre tiene un impacto menor (+6,00 en postgrado con una significancia de $p < 0,001$) y su nivel de educación media con un coeficiente de +0,480 tiene una significancia de 0,076 (mayor a 0,05), por lo cual, no hay diferencias significativas entre el grupo base y educación media, pero que sí hay diferencias significativas para niveles de educación mayores. Esto indica que un mayor

nivel educativo materno se asocia con mayor impacto en los resultados académicos, probablemente debido a su rol activo en la educación en casa de sus hijos.

Respecto a los ingresos familiares, se utiliza como categoría base el “Ingreso Bajo” (inferior a \$400.000). Los resultados muestran un efecto positivo y creciente: el puntaje aumenta significativamente a medida que se escala en el estrato socioeconómico, alcanzando un impacto máximo de +10,41 puntos y una significancia de $p < 0,001$ en la categoría “Ingreso Superior” (apoderados con rentas sobre \$2.500.000). Este hallazgo evidencia el peso determinante que tiene el nivel socioeconómico de los padres sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Estos coeficientes de ingresos y educación familiar, como el nivel socioeconómico del establecimiento, confirman que la desigualdad es un factor preponderante: el nivel socioeconómico actúa como un determinante central del éxito educativo, otorgando más puntaje a los estudiantes de mayores ingresos.

Relacionado a la cantidad de alumnos de Matemáticas y Lenguaje, se puede ver que ambas variables miden lo mismo; por lo cual hay un efecto negativo en alguna de ellas, preponderando la más fuerte. Sin embargo, tomando en cuenta la cantidad de alumnos, esto genera un leve aumento del puntaje SIMCE de un 0,33 puntos y una significancia de $p < 0,001$.

Respecto a las variables de cuestionarios docentes, tomando “Muy Falso” como base, en la variable *Profesor Explica Prueba* solo la categoría “Muy Verdadero” genera un impacto positivo robusto (+5,53 puntos con una significancia de $p < 0,001$), mientras que las frecuencias menores no logran diferenciarse significativamente de la base o incluso restan puntaje. Esto confirma que, para que la retroalimentación de las evaluaciones mejore el rendimiento, esta debe ser percibida como una práctica constante.

Finalmente, *Profesor Corrige Tareas* exhibe un comportamiento no lineal. El punto óptimo

se encuentra en la categoría intermedia “Verdadero” (+2,99 puntos con una significancia de $p < 0,001$), mientras que la variable “Muy Verdadero” presenta un coeficiente negativo (-2,51 con una significancia de $p < 0,001$). Si bien teóricamente ambas variables docentes, apuntan a una mejora pedagógica, se puede vincular a la presencia de multicolinealidad. Esto implica que ambas variables comparten una varianza explicativa común, lo que dificulta que el modelo asigne los pesos individuales con precisión.

8.1.1. Bondad de Ajuste

Tabla 10: Estadísticas de Bondad de Ajuste del Modelo Matemáticas

Indicador	Valor
R^2 Múltiple	0,338
R^2 Ajustado	0,338
Error Estándar Residual	45,92
Grados de Libertad (Residuales)	226.815
Estadístico F	1.839***
Grados de Libertad (F)	71

Respecto a la bondad de ajuste del modelo, se obtuvo un Coeficiente de Determinación Ajustado (R^2 ajustado) de 0.338. Esto indica que las variables independientes seleccionadas logran explicar el 33,8 % de la varianza total del puntaje SIMCE de matemáticas.

Si bien este porcentaje deja una proporción de varianza sin explicar, se considera un valor robusto y consistente con la literatura en ciencias sociales y economía de la educación que utiliza datos de corte transversal. El 66,2 % restante (la varianza residual) es atribuible a la heterogeneidad no observada y a la omisión de factores que escapan a los registros administrativos, tales como habilidades inherentes del estudiante, factores psicológicos (motivación, ansiedad), estado de salud del estudiante el día de la prueba o el clima de aula específico, variables que son determinantes pero

son difíciles de capturar en un modelo econométrico.

En cuanto a la precisión, el modelo presenta un error estándar residual de 45,92. Esto significa que, en promedio, las estimaciones del puntaje de matemáticas tienen un margen de variación de aproximadamente 46 puntos.

Por otro lado, los grados de libertad residuales superan los 200.000, lo que refleja el gran tamaño de la muestra y garantiza que los resultados sean estadísticamente confiables. Finalmente, el estadístico F de 1.839 confirma que las variables seleccionadas funcionan en conjunto para explicar el puntaje SIMCE, lo que permite rechazar la hipótesis nula de que el modelo no tiene validez.

8.1.2. Significancia de las Variables

Es necesario abordar la falta de significancia estadística en ciertas variables de control.

En primer lugar, respecto a variables socioeconómicas, la variable *Ingreso Medio y Padre Media* no resultaron significativas. Esto sugiere que, en comparación con sus respectivas categorías base (Ingreso Bajo y Padre con Educación Básica), estos niveles intermedios no representan un salto cualitativo suficiente para generar un impacto diferenciador en el puntaje SIMCE. Particularmente en el caso del padre, la no significancia de la educación media, en contraste con la fuerte significancia de la educación materna, refuerza la hipótesis de que el capital cultural de la madre es el predictor dominante en el rendimiento escolar en este contexto.

Por otro lado, en las variables pedagógicas, *Prof Corr Tareas V* y *Prof Expl Prueba F* tampoco mostraron significancia. En el caso de la corrección de tareas, esto podría indicar que su ausencia castiga el puntaje (como se vio en la categoría Falso), pero su presencia (Muy Verdadero) se considera un estándar pedagógico que no otorga un premio adicional estadístico frente a la

categoría de control.

8.1.3. Multicolinealidad

Tabla 11: Resultados VIF - Modelo Matemáticas

Alumno Cambio LBE 1,06	Prom Gral 2,17	Sexo M 1,03	Asistencia 2,06
Part. Subvencionado 1,56	Part. Pagado 6,04	Urbano 1,19	GSE Medio Bajo 2,28
GSE Medio 2,90	GSE Medio Alto 2,80	GSE Alto 7,22	Madre Media 2,22
Madre Universidad 3,06	Madre Postgrado 1,35	Padre Media 1,92	Padre Universidad 2,71
Padre Postgrado 1,60	Ingreso Medio 1,40	Ingreso Alto 1,53	Ingreso Superior 2,33
Cant. Alumnos Lect 355,31	Cant. Alumnos Mate 355,32	Prof Corr Tareas MF 234,31	Prof Corr Tareas F 323,96
Prof Corr Tareas V 303,29	Prof Expl Prueba MF 619,56	Prof Expl Prueba F 562,51	Prof Expl Prueba V 536,37

A partir de los resultados de la Tabla 11, se evidencia la presencia de multicolinealidad severa en el modelo inicial. Específicamente, las variables asociadas a los cuestionarios docentes, así como los indicadores de cantidad de alumnos lectura y matemáticas, presentan factores de inflación de la varianza (VIF) extremadamente elevados.

Para corregir este problema y asegurar la estabilidad de los estimadores, se estableció como criterio de corte mantener únicamente aquellas variables con un VIF menor a 8. En consecuencia, se procedió a eliminar las variables relacionadas con los cuestionarios docentes, como “Profe Corr Tareas” y “Prof Expl Prueba”. Asimismo, ante la redundancia estadística entre la matrícula de cursos (VIF > 355), se optó por conservar únicamente “Cantidad Alumnos Mate” y eliminar “Cantidad Alumnos Lect”, ya que se está en el caso del modelo Matemáticas.

Este ajuste permite eliminar el ruido estadístico, reduciendo el error estándar de los coefi-

cientes y aumentando la precisión global del modelo integral que se presenta a continuación.

$$\begin{aligned} \text{Puntaje Mate}_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1(t) + \beta_2(\text{Asistencia}) \\ & + \beta_3(\text{Promedio_Gral}) + \beta_4(\text{Sexo_M}) \\ & + \beta_5(\text{Alumno_Cambio_LBE}) + \beta_6(\text{Cant_Alumnos_Mate}) \\ & + \beta_7(\text{Part_Subvencionado}) + \beta_8(\text{Part_Pagado}) + \beta_9(\text{Urbano}) \\ & + \beta_{10}(\text{GSE_Medio_Bajo}) + \beta_{11}(\text{GSE_Medio}) \\ & + \beta_{12}(\text{GSE_Medio_Alto}) + \beta_{13}(\text{GSE_Alto}) \\ & + \beta_{14}(\text{Madre_Media}) + \beta_{15}(\text{Madre_Universidad}) \\ & + \beta_{16}(\text{Madre_Postgrado}) + \beta_{17}(\text{Padre_Universidad}) \\ & + \beta_{18}(\text{Padre_Postgrado}) + \beta_{19}(\text{Ingreso_Alto}) \\ & + \beta_{20}(\text{Ingreso_Superior}) \\ & + \beta_{21}(\text{Alumno_Cambio_LBE} \times t) + \epsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (2)$$

8.1.4. Heterocedasticidad y Aplicación Errores Rubustos

Tabla 12: Prueba de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan para el modelo de Matemáticas

Prueba	Estadístico (BP)	Grados de Libertad	Valor P
Breusch-Pagan	10.308	30	< 0,001 ***

*** Indica rechazo de la hipótesis nula de homocedasticidad al 0,1 %.

En esta ocasión se aplicó la prueba de Breusch Pagan, en la cual se puede observar que en la Tabla 12, se obtuvo un estadístico $BP = 10,308$ con un valor $p < 0,001$, lo que confirma la presencia de heterocedasticidad en los residuos. Este resultado justifica estadísticamente la decisión

de utilizar estimadores de errores estándar robustos (HC1) para la inferencia de los coeficientes, asegurando que los valores- t y la significancia reportada no estén sesgados por la varianza no constante de los datos. En el contexto de la corrección por heterocedasticidad, al contrastar la Tabla 9 con la Tabla 19, se observan diferencias sustanciales en la precisión de las estimaciones. Destaca el comportamiento de la variable *Promedio Gral*, cuyo error estándar experimentó un aumento significativo, llegando casi a duplicarse. De manera similar, la variable *Asistencia* presentó un incremento en su error estándar robusto; sin embargo, dada la alta significancia estadística inicial de ambas variables, sus valores p no sufrieron alteraciones que afecten la inferencia. Por otro lado, respecto a la variable *Cambio Alumno LBE*, se registró una disminución tanto en el error estándar como en el valor p , pasando de ser una variable no significativa a una significativa pasando de un valor de 0,057 a 0,048. En consecuencia, y para garantizar la validez de las pruebas de hipótesis, los análisis subsiguientes se realizarán utilizando los errores estándar robustos.

8.1.5. Modelos Varios

Tabla 13: Comparación de Modelos de Regresión - Matemáticas

Variable	Modelo DiD	Modelo GSE	Modelo Integral
Interacciones			
Alumno Cambio LBE $\times t$	5,07*** (0,97)	10,20*** (0,81)	10,07*** (0,80)
(Intercepto)	268,22*** (0,39)	138,39*** (1,02)	139,39*** (1,02)
Alumno Cambio LBE	-0,07 (1,54)	1,16 (1,27)	1,28 (1,26)
Tiempo (t)	3,14*** (0,24)	14,18*** (0,23)	13,02*** (0,23)
Promedio Gral		39,08*** (0,18)	38,49*** (0,18)
Sexo Masculino		12,12*** (0,20)	11,92*** (0,20)
Asistencia		-1,61*** (0,01)	-1,58*** (0,01)
Part. Subvencionado		7,31*** (0,25)	7,12*** (0,25)
Part. Pagado		17,62*** (0,82)	14,96*** (0,83)
Urbano		-8,33*** (0,42)	-8,34*** (0,41)
GSE Medio Bajo		17,93*** (0,31)	16,79*** (0,32)
GSE Medio		35,40*** (0,35)	32,64*** (0,36)
GSE Medio Alto		46,92*** (0,41)	41,22*** (0,45)
GSE Alto		55,25*** (0,84)	44,09*** (0,90)
Cant. Alumnos Mate		0,03*** (0,00)	0,03*** (0,00)
Madre Media			2,33*** (0,27)
Madre Universidad			5,17*** (0,35)
Madre Postgrado			6,65*** (0,87)

Continúa en la siguiente página...

Tabla 13 – continuación de la página anterior

Variable	Modelo DiD	Modelo GSE	Modelo Integral
Padre Universidad			3,59*** (0,28)
Padre Postgrado			5,61*** (0,69)
Ingreso Alto			4,01*** (0,44)
Ingreso Superior			10,22*** (0,59)
R^2	0,00	0,33	0,34
Adj. R^2	0,00	0,33	0,34
Num. obs.	226.846	226.846	226.846

Nota: Código Signif. *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.

Modelo DiD: “Estimación sin controles” aísla la variable de tratamiento “Cambio Alumno LBE”.

Modelo GSE: Controla por características del establecimiento y nivel socioeconómico.

Modelo Integral: Añade controles específicos respecto a la familia, como educación e ingresos.

En primer lugar, la variable de interacción *Alumno Cambio LBE* $\times t$ mide cuánto puntaje obtuvieron los alumnos por haberse cambiado a un LBE, comparado con lo que habrían obtenido si se quedaban en su establecimiento anterior. En el modelo DiD, esta variable arroja un efecto de +5,07 puntos con una significancia de $p < 0,001$, este valor, aunque positivo, se encuentra sesgado a la baja al no aislar las características de origen de los estudiantes, lo que sugiere que el modelo confunde el impacto del establecimiento con las desventajas socioeconómicas de los alumnos. En consecuencia, si no se controlan estas desventajas de base, la evaluación subestima la magnitud real del éxito del programa.

La corrección de este sesgo se hace evidente en los modelos siguientes. Al introducir variables de control escolar y familiar (Modelos GSE e Integral), el estimador aumenta y se estabiliza en torno a los +10 puntos (+10,20 con una significancia de $p < 0,001$ y +10,07 con una significancia de $p < 0,001$, respectivamente). La consistencia de este resultado confirma la robustez del

hallazgo: el beneficio de asistir a un Liceo Bicentenario es independiente de la educación e ingreso de los padres y duplica la estimación inicial una vez que se comparan estudiantes en igualdad de condiciones.

Un fenómeno similar se observa en el comportamiento de la variable temporal (t), que mide cuánto cambió el puntaje de matemáticas en el grupo de control. El modelo básico muestra un avance marginal de los puntajes a nivel nacional (+3,14 puntos una significancia de $p < 0,001$) entre 2012 y 2018. Sin embargo, los modelos más completos, que sí controlan por variables clave, revelan que la mejora sistémica real fue mucho mayor (+13,02 puntos con una significancia de $p < 0,001$). Esto indica que los cambios demográficos de 2018 introdujeron un sesgo negativo en la estimación inicial del progreso.

En cuanto a la validación de los supuestos del modelo, la variable *Alumno Cambio LBE* (sin interacción) muestra un coeficiente cercano a cero de $-0,07$ y estadísticamente no significativo tanto en el Modelo GSE como en el Integral con una significancia de $p > 0,05$. Esto es un buen indicador, pues confirma que, en el año base (2012), no existían diferencias estadísticas preexistentes inexplicables entre el grupo de control y el de tratamiento, validando que ambos partieron de una línea base comparable. Asimismo, la drástica disminución del intercepto entre el Modelo DiD (268,22 con una significancia de $p < 0,001$) y los modelos con controles (139,39 con una significancia de $p < 0,001$) se debe a la consecuencia directa de incluir el Promedio General. Al aislar estadísticamente el peso de las notas previas, el modelo asigna correctamente su influencia, dejando que el intercepto refleje un valor basal teórico más ajustado. Así, el efecto de las demás variables se estima con más precisión.

Respecto a las características individuales del estudiante, el *Promedio General* se consolida como la variable más potente del modelo, aportando +38,49 puntos y con una significancia de

$p < 0,001$. El hecho de que su coeficiente se mantenga estable independiente del modelo refuerza que el rendimiento académico previo es un factor determinante por sí mismo, más allá de las condiciones familiares. Por su parte, la variable *Sexo Masculino* muestra un coeficiente positivo y estable de +11,92 puntos y con una significancia de $p < 0,001$, consistente con la teoría que suele reportar brechas a favor de los hombres en pruebas estandarizadas de matemáticas. En cambio, la *Asistencia* mantiene el signo negativo contraintuitivo (-1,58 y con una significancia de $p < 0,001$) discutido previamente; la persistencia de este valor sugiere que dicho fenómeno (probablemente por multicolinealidad) no depende de los controles familiares.

Por el lado de los controles socioeconómicos y escolares, se observa en la variable GSE un efecto que a medida que el establecimiento tenga un mayor grupo socioeconómico, mayor es el puntaje obtenido. Es relevante destacar un ajuste en la magnitud de estos coeficientes: el estimador de *GSE Alto* disminuye de +55,25 con una significancia de $p < 0,001$ en el Modelo GSE a +44,09 con una significancia de $p < 0,001$ en el Modelo Integral. Esta reducción ocurre porque, al incorporar variables específicas de educación de los padres e ingresos, el modelo desagrega el efecto general de la clase social; es decir, el impacto ya no se atribuye solo a “pertenecer a un GSE alto”, sino específicamente a tener padres con postgrado e ingresos superiores.

Finalmente, al profundizar en el análisis de la educación e ingresos familiares dentro del Modelo Integral, se observa que, aunque la educación de ambos padres impacta positivamente, la madre ejerce una influencia mayor en los niveles educativos más altos (Postgrado Madre +6,65 y con una significancia de $p < 0,001$ vs. Padre +5,61 con una significancia de $p < 0,001$). Esto valida la hipótesis sobre el rol preponderante de la madre en el acompañamiento académico. De igual forma, la variable *Ingreso Superior* (+10,22 con una significancia de $p < 0,001$) presenta un peso casi idéntico al efecto del programa LBE, lo que permite poner en perspectiva la magnitud del

tratamiento, en términos de puntaje, cambiarse a un Liceo Bicentenario sería comparable a estar en un estrato de ingresos más alto.

En términos de bondad de ajuste, la evolución del R^2 valida la especificación final. El modelo pasa de no explicar varianza en la estimación DiD base (0, 00) a explicar un 34 % de la varianza de los puntajes en el Modelo Integral (0, 34). Este incremento confirma que el Modelo Integral es la especificación correcta para interpretar los resultados, dado que las versiones más simples omitían variables críticas que sesgaban los resultados a la baja.

8.2. Modelo de Lenguaje

De manera análoga a lo realizado con la prueba de Matemática, a continuación se presentan los resultados del modelo DiD aplicado a los puntajes de Lenguaje. El propósito principal de este estudio es estimar el efecto causal del traslado a un Liceo Bicentenario (LBE) sobre el rendimiento académico. Para ello, se busca aislar el impacto específico del programa de las tendencias temporales generales y de los factores socioeconómicos y familiares que determinan el desempeño escolar. Este objetivo se realizará utilizando datos SIMCE del 2012 (4° Básico) y 2018 (2° Medio) para una misma cohorte. Los resultados del modelo inicial completo de Lenguaje es el siguiente:

Tabla 14: Resultados del Modelo de Lectura

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
<i>Interacciones</i>				
Alumno Cambio LBE $\times t$	4,308***	0,720	5,98	< 0,001
(Intercepto)	226,101***	1,354	167,01	< 0,001
Alumno Cambio LBE	4,437***	1,138	3,90	< 0,001
Tiempo (t)	-19,266***	0,352	-54,66	< 0,001
Prom Gral	32,723***	0,295	110,90	< 0,001
Sexo Masculino	-5,918***	0,182	-32,51	< 0,001
Asistencia	-1,505***	0,020	-76,96	< 0,001
Part. Subvencionado	6,652***	0,229	29,04	< 0,001
Part. Pagado	6,275***	0,715	8,78	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 14 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Urbano	-4,458***	0,399	-11,16	< 0,001
GSE Medio Bajo	6,931***	0,298	23,24	< 0,001
GSE Medio	14,572***	0,339	42,93	< 0,001
GSE Medio Alto	19,398***	0,421	46,11	< 0,001
GSE Alto	22,616***	0,796	28,43	< 0,001
Madre Media	2,435***	0,267	9,11	< 0,001
Madre Universidad	5,678***	0,336	16,89	< 0,001
Madre Postgrado	8,165***	0,779	10,48	< 0,001
Padre Media	1,389***	0,249	5,58	< 0,001
Padre Universidad	3,841***	0,326	11,78	< 0,001
Padre Postgrado	4,769***	0,636	7,50	< 0,001
Ingreso Medio	0,929***	0,223	4,16	< 0,001
Ingreso Alto	2,079***	0,426	4,88	< 0,001
Ingreso Superior	2,783***	0,549	5,07	< 0,001
Cantidad Alumnos Lect	0,295***	0,022	13,46	< 0,001
Cantidad Alumnos Mate	-0,277***	0,021	-12,98	< 0,001
Prof Corr Tareas F	1,367***	0,278	4,91	< 0,001
Prof Corr Tareas V	6,546***	0,350	18,69	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 14 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Prof Corr Tareas MV	4,009***	0,404	9,93	< 0, 001
Prof Expl Prueba F	-2,442***	0,276	-8,84	< 0, 001
Prof Expl Prueba V	-0,803*	0,361	-2,22	0,026
Prof Expl Prueba MV	4,025***	0,385	10,46	< 0, 001

Códigos Signif: *** $p < 0, 001$, ** $p < 0, 01$, * $p < 0, 05$, . $p < 0, 1$

En el modelo de lenguaje, se puede ver en la tabla 14, el efecto del programa LBE, capturado por la interacción *Alumno Cambio LBE* $\times t$, donde su coeficiente es de +4,31 puntos con una significancia de $p < 0, 001$. Si bien este estimador es positivo y significativo, su magnitud es considerablemente menor que en el modelo de matemáticas que fue de +8,99 puntos. Esto sugiere que, aunque el programa logra mitigar parcialmente la caída generalizada, su capacidad para revertir la tendencia negativa en habilidades lectoras es más limitada que en el área de matemáticas.

Al analizar la variable temporal (t) en el modelo de Lenguaje, se detecta un escenario inverso al observado en el área de matemáticas. Se presenta un coeficiente negativo y altamente significativo de -19,27 puntos con una significancia de $p < 0, 001$. Este hallazgo revela una caída sistémica en los resultados de lenguaje entre 2012 y 2018 para el grupo de control, es decir, al descontar los demás factores, el desempeño base del sistema retrocedió casi 20 puntos en este periodo.

Es relevante notar que, la variable sin interacción (*Alumno Cambio LBE*) a diferencia del modelo de matemáticas que fue de +2,40, resulta significativa y positiva (+4,44 con una signifi-

cancia de $p < 0,001$). Esto indica que, en el año base 2012, los estudiantes que posteriormente se cambiarían a un Liceo Bicentenario ya poseían una leve ventaja inicial en lectura respecto al grupo de control, lo que sugiere ciertas diferencias preexistentes en esta competencia específica.

Respecto a las variables individuales, el *Promedio General* se confirma como el determinante más robusto del desempeño, con un coeficiente de +32,72 puntos con una significancia de $p < 0,001$, confirmando que la trayectoria académica previa es el mejor predictor del resultado SIMCE. En cuanto al género, se observa una brecha inversa en comparación con las pruebas de ciencias exactas: la variable *Sexo Masculino* tiene un efecto negativo de -5,92 puntos y una significancia de $p < 0,001$. Dado que la categoría base es femenina, esto corrobora la evidencia literaria de que las mujeres tienden a superar sistemáticamente a los hombres en competencias lectoras. Por su parte, la *Asistencia* mantiene el comportamiento negativo (-1,50 con una significancia de $p < 0,001$) observado en modelos anteriores, un fenómeno atribuible a la colinealidad con la variable de *Promedio Gral* o a dinámicas de nivelación no observadas.

El análisis de los factores socioeconómicos arroja una distinción importante respecto al modelo de matemáticas. Si bien el nivel educacional de la madre sigue siendo un factor preponderante, ya que, una madre con postgrado aporta +8,17 puntos y una significancia de $p < 0,001$, casi el doble que un padre con el mismo nivel, que aporta +4,77 puntos y una significancia de $p < 0,001$, el impacto del ingreso económico resulta marginal. Mientras que en matemáticas el ingreso superior sumaba más de 10 puntos, en lectura solo aporta +2,78 puntos con una significancia de $p < 0,001$. Esto indica que el rendimiento en lenguaje es mucho más sensible al nivel educacional de la madre que a la capacidad adquisitiva del hogar.

Finalmente, las variables de gestión de aula muestran efectos mixtos. La cantidad de alumnos tiene un impacto estadísticamente significativo con una significancia de $p < 0,001$ pero de ba-

ja magnitud con uno coeficientes de 0,295 y $-0,277$ para lectura y matemáticas respectivamente. Respecto a la percepción docente entregan resultados coherentes y de alta relevancia pedagógica. En la corrección de tareas, la categoría “Verdadero” (V) maximiza el rendimiento ($+6,55$ con una significancia de $p < 0,001$), superando incluso a la intensidad extrema “Muy Verdadero” ($+4,01$ con una significancia de $p < 0,001$), lo que confirma la eficacia general del feedback escrito. Por el contrario, la explicación de pruebas solo genera un impacto positivo cuando la percepción es “Muy Verdadero” ($+4,03$ con una significancia de $p < 0,001$); categorías inferiores (V o F) muestran coeficientes negativos, indicando que esta práctica requiere ser constantes y explícita para traducirse en una mejora real de los aprendizajes.

Algo relevante a mencionar es que en el caso del modelo de Lenguaje todas las variables son significativas por lo cual, no se hará la sección de “Significancia de las Variables”.

8.2.1. Bondad de Ajuste

Tabla 15: Estadísticas de Bondad de Ajuste del Modelo

Indicador	Valor
R^2 Múltiple	0,286
R^2 Ajustado	0,286
Grados de Libertad (Residuales)	225.068
Estadístico F	1.642***
Grados de Libertad (F)	71

Respecto a la bondad de ajuste presentada en la tabla 15, el modelo presenta un coeficiente de determinación (R^2) de 0,286 y el ajustado es de la misma magnitud. Si bien este valor indica que el modelo logra explicar aproximadamente el 29 % de la varianza de los puntajes de Lenguaje, es notablemente inferior al ajuste observado en la prueba de Matemáticas.

Esta diferencia es esperable y consistente con la literatura educativa: mientras que el rendimiento en matemáticas tiende a responder de manera más elástica a variables escolares observables, la competencia lectora depende en gran medida de factores como la educación obtenida en el hogar, la exposición temprana a la lectura y el vocabulario familiar, que son difíciles de capturar totalmente en una regresión econométrica estándar. Por tanto, existe una mayor heterogeneidad no observada que debilita la capacidad predictiva del modelo.

No obstante, a pesar de este ajuste más moderado, el Estadístico F de 1.642 es altamente significativo ($p < 0,001$), lo que valida la relevancia global de las variables seleccionadas y confirma que el modelo, en su conjunto, es estadísticamente robusto para explicar el fenómeno estudiado.

8.2.2. Multicolinealidad

Tabla 16: Resultados VIF - Modelo Lenguaje

Alumno Cambio LBE 1,06	Prom Gral 2,17	Sexo M 1,03	Asistencia 2,05
Part. Subvencionado 1,56	Part. Pagado 6,04	Urbano 1,19	GSE Medio Bajo 2,28
GSE Medio 2,91	GSE Medio Alto 2,81	GSE Alto 7,23	Madre Media 2,22
Madre Universidad 3,06	Madre Postgrado 1,35	Padre Media 1,92	Padre Universidad 2,71
Padre Postgrado 1,60	Ingreso Medio 1,40	Ingreso Alto 1,54	Ingreso Superior 2,34
Cant. Alumnos Lect 359,31	Cant. Alumnos Mate 359,30	Prof Corr Tareas F 328,55	Prof Corr Tareas V 308,51
Prof Corr Tareas MV 237,37	Prof Expl Prueba F 549,62	Prof Expl Prueba V 574,06	Prof Expl Prueba MV 632,69

A partir de los resultados de la Tabla 16, se evidencia la presencia de multicolinealidad severa en el modelo inicial de Lenguaje al igual que ocurrió en el de Matemáticas. Específicamente,

las variables asociadas a los cuestionarios docentes, así como los indicadores de cantidad de alumnos lectura y matemáticas, presentan factores de inflación de la varianza (VIF) extremadamente elevados.

Para corregir este problema y asegurar la estabilidad de los estimadores, se estableció como criterio de corte mantener únicamente aquellas variables con un VIF menor a 8. En consecuencia, se procedió a eliminar las variables relacionadas con los cuestionarios docentes, como “Profe Corr Tareas” y “Prof Expl Prueba”. Asimismo, ante la redundancia estadística entre la matrícula de cursos ($VIF > 355$), se optó por conservar únicamente “Cantidad Alumnos Lect” y eliminar “Cantidad Alumnos Mate”, ya que se está en el caso del modelo Lenguaje.

Este ajuste permite eliminar el ruido estadístico, reduciendo el error estándar de los coeficientes y aumentando la precisión global del modelo integral que se presenta a continuación.

$$\begin{aligned}
 \text{Puntaje Lenguaje}_{i,t} = & \beta_0 + \beta_1(t) + \beta_2(\text{Asistencia}) \\
 & + \beta_3(\text{Promedio_Gral}) + \beta_4(\text{Sexo_M}) \\
 & + \beta_5(\text{Alumno_Cambio_LBE}) + \beta_6(\text{Cant_Alumnos_Lect}) \\
 & + \beta_7(\text{Part_Subvencionado}) + \beta_8(\text{Part_Pagado}) + \beta_9(\text{Urbano}) \\
 & + \beta_{10}(\text{GSE_Medio_Bajo}) + \beta_{11}(\text{GSE_Medio}) \\
 & + \beta_{12}(\text{GSE_Medio_Alto}) + \beta_{13}(\text{GSE_Alto}) \\
 & + \beta_{14}(\text{Madre_Media}) + \beta_{15}(\text{Madre_Universidad}) \\
 & + \beta_{16}(\text{Madre_Postgrado}) + \beta_{17}(\text{Padre_Media}) \\
 & + \beta_{18}(\text{Padre_Universidad}) + \beta_{19}(\text{Padre_Postgrado}) \\
 & + \beta_{20}(\text{Ingreso_Medio}) + \beta_{21}(\text{Ingreso_Alto}) \\
 & + \beta_{22}(\text{Ingreso_Superior}) + \beta_{23}(\text{Alumno_Cambio_LBE} \times t) + \epsilon_{i,t}
 \end{aligned} \tag{3}$$

8.2.3. Heterocedasticidad y Aplicación Errores Rubustos

Para comprobar heterocedasticidad se utilizó la Prueba de Breusch Pagan, obteniendo lo siguiente:

Tabla 17: Prueba de Heterocedasticidad de Breusch-Pagan para el modelo de Lenguaje

Prueba	Estadístico (BP)	Grados de Libertad	Valor P
Breusch-Pagan	9.183,3	32	< 0,001 ***

*** Indica rechazo de la hipótesis nula de homocedasticidad al 0,1 %.

Analizando los resultados obtenidos en la Tabla 17, se obtuvo un estadístico $BP = 9,183$ con un valor $p < 0,001$, lo que confirma la presencia de heterocedasticidad en los residuos. Este

resultado justifica estadísticamente la decisión de utilizar estimadores de errores estándar robustos (HC1) para la inferencia de los coeficientes, asegurando que los valores-t y la significancia reportada no estén sesgados por la varianza no constante de los datos. En el contexto de la corrección por heterocedasticidad, al contrastar la Tabla 14 con la Tabla 20, se observan diferencias sustanciales en la precisión de las estimaciones.

Destaca el comportamiento de la variable *Promedio Gral*, cuyo error estándar experimentó un aumento significativo, llegando casi a duplicarse. De manera similar, la variable *Asistencia* presentó un incremento en su error estándar robusto; sin embargo, dada la alta significancia estadística inicial de ambas variables, sus valores p no sufrieron alteraciones que afecten la inferencia. Hay que tomar en cuenta que los cambios en los errores estándar específicos dependen de la estructura de la heterocedasticidad en los datos al aplicar el método HC1.

8.2.4. Modelos varios

Tabla 18: Comparación de Modelos de Regresión - Lectura

Variable	Modelo DiD	Modelo GSE	Modelo Integral
<i>Interacciones</i>			
Alumno Cambio LBE $\times t$	0,48 (0,83)	5,63*** (0,73)	5,41*** (0,73)
(Intercepto)	297,88*** (0,33)	220,16*** (0,93)	220,34*** (0,94)
Alumno Cambio LBE	4,84*** (1,32)	3,07** (1,15)	3,26** (1,15)
Tiempo (t)	-20,63*** (0,21)	-12,89*** (0,21)	-13,97*** (0,21)
Promedio Gral		33,46*** (0,16)	32,91*** (0,16)
Sexo Masculino		-5,84*** (0,18)	-6,04*** (0,18)
Asistencia		-1,54***	-1,51***
Continúa en la siguiente página...			

Tabla 18 – continuación de la página anterior

Variable	Modelo DiD	Modelo GSE	Modelo Integral
		(0,01)	(0,01)
Part. Subvencionado		7,42***	7,10***
		(0,22)	(0,22)
Part. Pagado		7,63***	6,77***
		(0,75)	(0,75)
Urbano		-3,84***	-4,14***
		(0,38)	(0,38)
GSE Medio Bajo		8,18***	6,77***
		(0,29)	(0,29)
GSE Medio		17,46***	14,38***
		(0,31)	(0,33)
GSE Medio Alto		24,57***	19,01***
		(0,37)	(0,42)
GSE Alto		30,48***	22,28***
		(0,77)	(0,83)
Cant. Alumnos Lect		0,01***	0,01***
		(0,00)	(0,00)
Madre Media			2,45***
			(0,26)
Madre Universidad			5,69***
			(0,33)
Madre Postgrado			8,06***
			(0,80)
Padre Media			1,41***
			(0,24)
Padre Universidad			3,84***
			(0,32)
Padre Postgrado			4,66***
			(0,66)
Ingreso Medio			0,93***
			(0,22)
Ingreso Alto			2,09***
			(0,44)
Ingreso Superior			2,77***
			(0,57)
R^2	0,04	0,28	0,28
Adj. R^2	0,04	0,28	0,28

Num. obs.	225.099	225.099	225.099
<i>Nota: Código Signif. *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$.</i>			
<i>Modelo DiD: “Estimación sin controles” aísla la variable de tratamiento “Cambio Alumno LBE”.</i>			
<i>Modelo GSE: Controla por características del establecimiento y nivel socioeconómico.</i>			
<i>Modelo Integral: Añade controles específicos respecto a la familia, como educación e ingresos.</i>			

De la Tabla 18, se realizará un análisis comparativo de los tres modelos de regresión para la prueba de Lectura. Los cuales revelan hallazgos relevantes sobre cómo el entorno del estudiante influye en la estimación del impacto del programa LBE.

Respecto a la variable de interacción *Alumno Cambio LBE* $\times t$, que mide el efecto del tratamiento. En el Modelo DiD inicial, el coeficiente es de apenas 0,48 puntos con una significancia de $p > 0,05$, por lo que carece de significancia estadística, lo que podría llevar a la conclusión errónea de que el programa no tuvo impacto en las habilidades lectoras. Sin embargo, al incorporar los controles socioeconómicos en el Modelo GSE, el estimador va aumentando su magnitud y significancia, ascendiendo a 5,63 puntos con una significancia de $p < 0,001$, que incluso es más que el modelo Integral original con 4,31 puntos y una significancia de $p < 0,001$, esto indica un mejor ajuste del modelo, con los cambios realizados. Este cambio sugiere que, en la comparación de los modelos, el efecto positivo del LBE estaba escondido por las desventajas de origen de los estudiantes; es decir, una vez que comparamos alumnos en igualdad de condiciones sociales, el beneficio del programa se hace visible.

Un efecto similar también se observa en la variable Tiempo (t). El modelo DiD muestra una caída severa en los puntajes generales del año 2018 ($-20,63$ puntos con una significancia de $p < 0,001$). No obstante, al ajustar por las características del establecimiento y la familia en los modelos siguientes, esta caída se suaviza a cerca de -13 puntos. Esto indica que parte del descenso observado en el promedio nacional no se debió solo a una baja en la calidad educativa o

a la dificultad de la prueba, sino a cambios en la composición demográfica del grupo de estudio, la cual presentaba mayores desafíos en el último periodo.

Respecto a las variables de control entre el Modelo GSE y el Modelo Integral, se aprecia un efecto de desagregación muy interesante. En el Modelo GSE, pertenecer al grupo socioeconómico alto otorgaba una ventaja de 30,48 puntos y una significancia de $p < 0,001$. Sin embargo, en el Modelo Integral, este coeficiente disminuye a 22,28 puntos con una significancia de $p < 0,001$. Esta reducción no implica que el nivel socioeconómico sea menos importante, sino que el modelo Integral puede identificar con mayor precisión qué factores componen esa ventaja: parte del efecto que antes se atribuía genéricamente al GSE, ahora es capturado específicamente por la educación de la madre y del padre. De hecho, se confirma nuevamente la importancia de la educación de la madre en el rendimiento escolar del alumno, cómo se vió en el análisis de la Tabla 14, una madre con postgrado aporta casi el doble de puntaje (+8,17 puntos con una significancia de $p < 0,001$) que un padre con el mismo nivel educativo (+4,77 puntos con una significancia de $p < 0,001$), mientras que el ingreso económico familiar juega un rol secundario.

Finalmente, la bondad de ajuste valida la necesidad de utilizar especificaciones robustas. El Modelo DiD apenas logra explicar un 4 % de la variabilidad de los puntajes, lo que demuestra su insuficiencia para entender que factores afectan al rendimiento de los alumnos en comprensión lectora. En contraste, los modelos GSE e Integral elevan el poder explicativo al 28 %. Aunque este valor es menor que el observado usualmente en matemáticas, es un ajuste satisfactorio para pruebas de lenguaje, confirmando que la inclusión de variables familiares y escolares es indispensable para obtener una estimación fidedigna del impacto de los LBE en el rendimiento académico, por lo cual el mejor modelo es el Modelo Integral.

8.3. Mapa de Calor: Matriz de Correlación

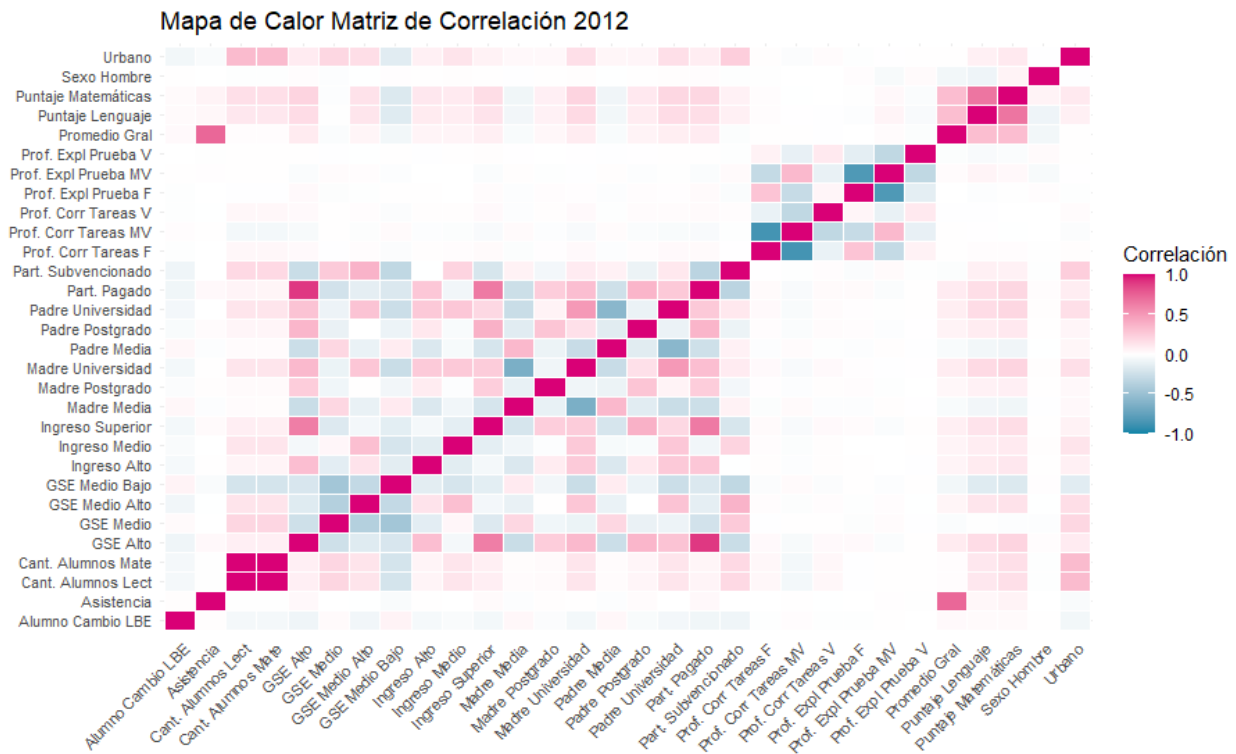


Figura 9: Mapa de calor de correlación de todas las variables de interés del año 2012

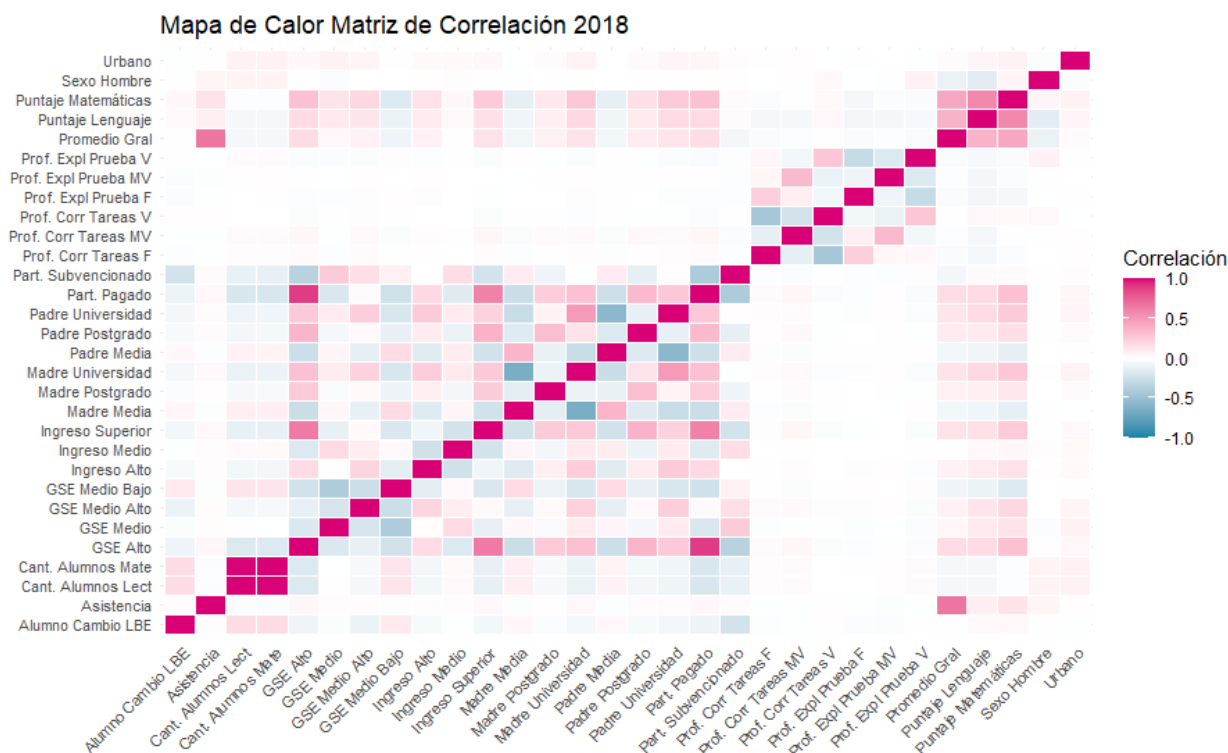


Figura 10: Mapa de calor de correlación de todas las variables de interés del año 2018

Para corroborar las relaciones descritas en los modelos econométricos anteriores, se generaron las matrices de correlación correspondientes a los años 2012 y 2018 en los Gráficos 9 y 10, incluyendo todas las variables relevantes del estudio.

En primer lugar, se confirma la existencia de una alta correlación (superior al 70 %) entre las variables *Promedio General* y *Asistencia* en ambos periodos. Este hallazgo confirma la presencia de multicolinealidad advertida previamente, es decir, ambas variables compiten estadísticamente por explicar la misma parte de la varianza en los puntajes, generando el conflicto de signos discutido en la regresión. Asimismo, se observa una correlación cercana a 1 entre la cantidad de alumnos en los cursos de Matemática y Lectura, lo cual es esperable por la estructura de los cursos. De igual modo, existe una relación entre los establecimientos de *GSE Alto* y la dependencia *Particular Pagado*, lo que tiene coherencia debido a la distribución socioeconómica del sistema

escolar.

Respecto a las variables de resultado, destaca una correlación superior a 0,7 entre el Puntaje SIMCE (Matemáticas) y la variable *Alumno Cambio LBE*. Este dato sugiere una relación preliminar relevante: la asistencia a un Liceo Bicentenario está fuertemente asociada con un mejor desempeño en la prueba, lo que anticipa el impacto positivo observado posteriormente en los modelos de regresión de lenguaje y matemáticas.

Finalmente, al examinar la matriz del año 2012, se visualizan patrones específicos en los cuestionarios de percepción docente. Se detectan correlaciones negativas entre el puntaje y ciertas categorías de retroalimentación, específicamente en las opciones de Falso y Muy Verdadero de “Profesor Corrige Tareas” y “Profesor Explica Prueba”. Esto indica que son alternativas contrarias. Finalmente, al examinar la matriz del año 2012, se visualizan patrones estructurales claros en los cuestionarios de percepción docente. Se detectan correlaciones negativas significativas entre las categorías polares de las variables de retroalimentación, específicamente entre las opciones “Falso” y “Muy Verdadero” para los ítems “Profesor Corrige Tareas” y “Profesor Explica Prueba”. Este comportamiento inverso confirma que dichas categorías actúan efectivamente como alternativas excluyentes en la percepción del estudiante. Analíticamente, esto es relevante porque indica que los alumnos discriminan correctamente entre la presencia y ausencia de estas prácticas pedagógicas, evitando respuestas contradictorias que podrían introducir ruido en la estimación del modelo.

9. Conclusiones

El presente estudio permitió cuantificar el impacto del programa Liceos Bicentenario de Excelencia (LBE) sobre el rendimiento académico de sus estudiantes en Chile, con el fin de determinar la efectividad de esta política pública a lo largo de su implementación. A través de un modelo econométrico de Diferencias en Diferencias (DiD) y un seguimiento longitudinal de las cohortes 2012 y 2018, se logró aislar el efecto del cambio de establecimiento de otras variables relacionadas al alumno, entorno escolar y familiar. Bajo el cumplimiento de los supuestos del modelo DiD, y mediante la verificación del balance inicial, se puede establecer una relación causa efecto entre el programa y el desempeño académico de los alumnos.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la influencia de los LBE en el rendimiento académico ha sido positiva y estadísticamente significativa, aunque heterogénea entre asignaturas. En los modelos con más variables, se observó un impacto robusto en la prueba de matemáticas, con un aumento aproximado de 10 puntos para los estudiantes tratados. Para dimensionar esta magnitud, es posible señalar que el efecto de asistir a un Liceo Bicentenario en matemáticas (+10, 07) es equivalente a la totalidad de la brecha asociada al nivel de ingresos superior (+10, 22), es decir, el programa logra equiparar el desempeño de un estudiante promedio con el de uno proveniente del estrato económico más alto de la muestra.

En contraste, el impacto en la prueba de lenguaje, si bien positivo, fue más moderado, alcanzando los 5, 41 puntos. En términos comparativos, este efecto logra cubrir aproximadamente 2/3 de la ventaja que otorga tener una madre con postgrado (+8, 06). Esta diferencia sugiere que, mientras el modelo educativo de los LBE resulta altamente eficaz para cerrar brechas socioeconómicas en habilidades técnicas como las matemáticas, enfrenta desafíos mayores para compensar la

educación familiar heredada, el cual, en el caso del lenguaje, sigue estando fuertemente condicionado por la educación de la madre y el entorno familiar.

Desde la perspectiva de política pública, la evidencia revela dos dinámicas opuestas, según la asignatura evaluada. En el caso de matemáticas, el sistema escolar general ya mostraba una tendencia al alza durante el periodo estudiado, reflejada en la variable tiempo t positiva de 13 puntos. En este contexto favorable, el programa Liceos Bicentenario actuó como un potenciador, obteniendo un puntaje adicional de 10 puntos. Esto indica que el programa no solo genera resultados positivos, sino que logró llevar a sus estudiantes a rendimientos académicos superiores a la media nacional.

Por el contrario, en el área de lenguaje, fue un escenario distinto, teniendo el programa que cumplir un rol defensivo. Ante un escenario nacional marcado por un deterioro de los aprendizajes, evidenciado en una caída de 14 puntos en la variable de tiempo t , la intervención de los Liceos Bicentenario logró mitigar este impacto negativo aportando 5,4 puntos. Si bien este efecto positivo no fue suficiente para revertir totalmente la tendencia a la baja o igualar el éxito observado en matemáticas, fue fundamental para amortiguar la pérdida de competencias lectoras, evitando que el retroceso académico de sus estudiantes fuera tan negativo como el observado en el resto del sistema.

En conclusión, la evolución del rendimiento académico de los Liceos Bicentenario entre 2012 y 2018 ha sido positiva, consolidándose como una alternativa efectiva dentro de la educación pública, aunque con desafíos pendientes en el fortalecimiento de la comprensión lectora y seguir aumentando la brecha de puntaje del LBE con otros establecimientos. De cara al futuro, se recomienda un cambio de perspectiva en cuanto a la exigencia académica con el cuidado de la salud mental y emocional. Que no sea un programa solo orientado a los resultados, sino también

implementar políticas de orientación al estudiante y apoyo psicológico, sumado al monitoreo de indicadores de bienestar escolar, se perfila como el paso necesario para transformar estos liceos en espacios de desarrollo integral y no solo de rendimiento académico.

Este trabajo abre la puerta a futuras investigaciones que profundicen en aspectos no explorados. En primer lugar, sería relevante analizar el impacto del nuevo sistema de admisión escolar en la composición y desempeño de los LBE, evaluando si los cambios en los mecanismos de selección han alterado la efectividad del programa. Asimismo, se sugiere extender la evaluación de resultados más allá del SIMCE, incorporando indicadores como el rendimiento en la prueba de selección universitaria (PSU/PAES) o el éxito en la educación superior.

Por otro lado, es fundamental incorporar variables psicosociales que enriquecerían la comprensión integral del fenómeno, tales como la salud mental de los estudiantes, la convivencia escolar y la motivación académica, factores que no fueron considerados en este modelo econométrico pero que inciden directamente en el aprendizaje. Finalmente, se recomienda integrar nuevas cohortes de estudio para verificar la sostenibilidad de los resultados obtenidos en este estudio en el tiempo.

10. Limitaciones

Este estudio presenta ciertas limitaciones que son necesarias a considerar al momento de interpretar los resultados.

En primer lugar, es relevante considerar la representatividad y composición de la muestra analizada. Dado que la investigación se enmarca en el seguimiento longitudinal de una cohorte específica de estudiantes (2012-2018), los resultados pueden no ser completamente representativos del total de alumnos que asisten a los Liceos Bicentenario en otros periodos. Además, en este estudio, no se consideró a los estudiantes repitentes durante el periodo de estudio. Si bien esto facilita el seguimiento de la cohorte, introduce un potencial sesgo de supervivencia, ya que el análisis se concentra en los estudiantes con trayectorias educativas continuas, dejando fuera a aquellos con rezago escolar, quienes podrían haber experimentado efectos diferentes acerca del programa.

En segundo lugar, es necesario considerar las restricciones relacionadas a las bases de datos. Ya que en las bases utilizadas existían algunos registros incompletos y vacíos de información en ciertas variables, lo que obligó a realizar procesos de depuración y exclusión de observaciones. Este procedimiento, aunque necesario para la consistencia estadística, implica una reducción del tamaño muestral que podría afectar la precisión de los estimadores obtenidos.

En cuanto a la metodología, si bien el modelo de Diferencias en Diferencias (DiD) es una técnica robusta para identificar el efecto de algún programa en el tiempo, su validación presenta consideraciones importantes. Se corroboró la consistencia de los resultados a través del análisis de la línea base, evaluando el comportamiento de la variable “Cambio Alumno LBE” sin interacciones con la variable con interacción. Sin embargo, este análisis posee un alcance limitado, dado que el estudio solo contempla dos cortes temporales (2012 y 2018). Esta restricción hizo inviable la

verificación del supuesto de tendencias paralelas, por lo que no fue factible comprobar si el grupo de control y el de tratamiento seguían trayectorias similares antes de la intervención. Asimismo, es posible que existan comportamientos no lineales o interacciones más complejas entre variables educativas que el modelo no logra capturar, como la interacción con el tiempo de otras variables, restringiendo el alcance de las conclusiones.

Finalmente, al tratarse de un análisis principalmente cuantitativo basado en puntajes SIMCE, los resultados ofrecen una perspectiva parcial del fenómeno educativo. El rendimiento académico representa solo una dimensión de la experiencia escolar, dejando fuera aspectos críticos para una comprensión integral, tales como la salud mental de los estudiantes, su autopercepción y motivación, o la percepción de los docentes respecto al alumnado. La ausencia de estas variables psicosociales impide evaluar si las mejoras en los puntajes estuvieron acompañadas de un desarrollo integral o si, por el contrario, implicaron dificultades en el bienestar estudiantil.

11. Anexo

11.1. Resultados Modelo de Matemáticas Inicial

Tabla 19: Resultados del Modelo de Matemáticas

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
<i>Interacciones</i>				
Alumno Cambio LBE $\times t$	8,989***	0,805	11,17	< 0,001
(Intercepto)	142,734***	1,056	135,21	< 0,001
Alumno Cambio LBE	2,405	1,264	1,90	0,057
Tiempo (t)	10,014***	0,365	27,43	< 0,001
Promedio Gral	38,405***	0,179	214,58	< 0,001
Sexo Masculino	11,975***	0,196	61,16	< 0,001
Asistencia	-1,583***	0,013	-120,80	< 0,001
Part. Subvencionado	6,743***	0,246	27,44	< 0,001
Part. Pagado	14,544***	0,828	17,57	< 0,001
Urbano	-8,740***	0,416	-21,02	< 0,001
GSE Medio Bajo	16,844***	0,320	52,59	< 0,001
GSE Medio	32,669***	0,366	89,33	< 0,001
GSE Medio Alto	41,323***	0,458	90,17	< 0,001
GSE Alto	44,146***	0,907	48,65	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 19 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Madre Media	2,111***	0,287	7,35	< 0,001
Madre Universidad	4,911***	0,366	13,40	< 0,001
Madre Postgrado	6,440***	0,875	7,36	< 0,001
Padre Media	0,480	0,268	1,79	0,074
Padre Universidad	3,919***	0,355	11,04	< 0,001
Padre Postgrado	6,006***	0,720	8,34	< 0,001
Ingreso Medio	0,285	0,247	1,16	0,248
Ingreso Alto	4,207***	0,478	8,81	< 0,001
Ingreso Superior	10,413***	0,620	16,80	< 0,001
Cantidad Alumnos Lect	0,329***	0,023	14,12	< 0,001
Cantidad Alumnos Mate	-0,289***	0,023	-12,77	< 0,001
Prof Corr Tareas MV	-2,514***	0,438	-5,74	< 0,001
Prof Corr Tareas V	2,992***	0,377	7,95	< 0,001
Prof Corr Tareas F	0,175	0,300	0,58	0,559
Prof Expl Prueba MV	5,534***	0,410	13,49	< 0,001
Prof Expl Prueba V	0,317	0,383	0,83	0,408
Prof Expl Prueba F	-1,628***	0,297	-5,49	< 0,001

Signif. codes: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, . $p < 0,1$

11.2. Resultados Modelo de Lenguaje Inicial

Tabla 20: Resultados del Modelo de Lenguaje

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
<i>Interacciones</i>				
Alumno Cambio LBE $\times t$	4,308***	0,732	5,89	< 0,001
(Intercepto)	226,101***	0,962	235,00	< 0,001
Alumno Cambio LBE	4,437***	1,148	3,87	< 0,001
Tiempo (t)	-19,266***	0,333	-57,93	< 0,001
Promedio Gral	32,723***	0,163	200,81	< 0,001
Sexo Masculino	-5,918***	0,178	-33,23	< 0,001
Asistencia	-1,505***	0,012	-126,01	< 0,001
Part. Subvencionado	6,652***	0,224	29,74	< 0,001
Part. Pagado	6,275***	0,753	8,34	< 0,001
Urbano	-4,458***	0,378	-11,80	< 0,001
GSE Medio Bajo	6,931***	0,292	23,76	< 0,001
GSE Medio	14,572***	0,333	43,75	< 0,001
GSE Medio Alto	19,398***	0,417	46,51	< 0,001
GSE Alto	22,616***	0,825	27,41	< 0,001
Madre Media	2,435***	0,261	9,32	< 0,001
Madre Universidad	5,678***	0,333	17,03	< 0,001

Continúa en la siguiente página...

Tabla 20 – continuación de la página anterior

Variable	Estimador	Error Est.	Valor T	Valor P
Madre Postgrado	8,165***	0,796	10,26	< 0,001
Padre Media	1,389***	0,244	5,69	< 0,001
Padre Universidad	3,841***	0,323	11,89	< 0,001
Padre Postgrado	4,769***	0,656	7,27	< 0,001
Ingreso Medio	0,929***	0,224	4,14	< 0,001
Ingreso Alto	2,079***	0,435	4,78	< 0,001
Ingreso Superior	2,783***	0,564	4,93	< 0,001
Cantidad Alumnos Lect	0,295***	0,021	13,83	< 0,001
Cantidad Alumnos Mate	-0,277***	0,021	-13,36	< 0,001
Prof Corr Tareas MV	4,009***	0,399	10,06	< 0,001
Prof Corr Tareas V	6,546***	0,343	19,10	< 0,001
Prof Corr Tareas F	1,367***	0,272	5,02	< 0,001
Prof Expl Prueba MV	4,025***	0,373	10,78	< 0,001
Prof Expl Prueba V	-0,803*	0,348	-2,30	0,021
Prof Expl Prueba F	-2,442***	0,270	-9,06	< 0,001

Signif. codes: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, . $p < 0,1$

Referencias

Acción Educar. (2022). *Estudio: El aporte de los Liceos Bicentenarios a la Educación Pública* (inf. téc.). Acción Educar. <https://accioneducar.cl/wp-content/uploads/2022/08/Estudio-El-Aporte-de-los-Liceos-Bicentenarios-a-la-Educacion-Publica-.pdf>

Agencia de Calidad de la Educación. (2025). Estudio Internacional PISA [Accedido: 14-12-2025]. <https://www.agenciaeducacion.cl/estudios-internacionales/pisa/>

Allende González, C., & Valenzuela, J. P. (2016). Efectividad de los Liceos Públicos de Excelencia en Chile.

Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.

Araya, P., & Dussailant, F. (2020). Does attending a selective secondary school improve student performance? Evidence from the Bicentenario schools in Chile. *School Effectiveness and School Improvement*, 31, 426-444. <https://doi.org/10.1080/09243453.2019.1697299>

Armijo, P. C., & Pincheira, I. R. (2022). Bicentennial schools project in Chile: A case study in the Maule region. *Revista Boletín Redipe*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:247554665>

Bavarian, N., Lewis, K., DuBois, D., Acock, A., Vuchinich, S., Silverthorn, N., Snyder, F. J., Day, J., Ji, P., & Flay, B. (2013). Using social-emotional and character development to improve academic outcomes: A matched-pair, cluster-randomized controlled trial in low-income, urban schools. *The Journal of School Health*, 83(11), 771-779. <https://doi.org/10.1111/josh.12093>

Bellei, C., & Muñoz, G. (2021). Modelos de regulación, políticas educativas y cambios en el sistema educativo: Un análisis a largo plazo del caso chileno. *Journal of Educational Change*, 24, 49-76. <https://doi.org/10.1007/s10833-021-09435-1>

Brunner, J. J. (1993). La educación superior en Chile: Entre el mercado y el Estado. *Higher Education*, 25, 35-43. <https://doi.org/10.1007/BF01384040>

Carrasco, A., Gutiérrez, G., Bogolasky, F., Rivero, R., & Zarhi, M. (2014). *Análisis del Estado de Implementación del programa "Liceos Bicentenarios de Excelencia"* (inf. téc.). Pontificia Universidad Católica de Chile.

Centro de Estudios Públicos. (2024). *Re-enfocar las prioridades en educación* (inf. téc.). Centro de Estudios Públicos. <https://www.cepchile.cl/re-enfocar-las-prioridades-en-educacion/>

Congreso Nacional de Chile. (2008). Ley N°20.248: Establece la subvención escolar preferencial. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=269001>

Congreso Nacional de Chile. (2015). Ley N°20.845: Ley de Inclusión Escolar. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1078172>

Dirección de Presupuestos de Chile. (2023). *Informe Final de Evaluación Programática* (inf. téc.). Dirección de Presupuestos de Chile. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-139743_informe_final.pdf

DS4PS. (2020). Nearest Neighbor Matching and Caliper Distance. <https://ds4ps.org/PROG-EVAL-III/MatchingScores.html#nearest-neighbor-matching-and-caliper-distance>

Educación 2020. (2014, mayo). Gobierno anuncia término del lucro, copago y selección [Accedido: 14-12-2025].

EducaciónChile. (2025). La educación en Finlandia: Los secretos de un éxito asombroso. <https://www.educacionchile.cl/la-educacion-en-finlandia-los-secretos-de-un-exito-asombroso/>

Fehérvári, A. (2021). An education programme for the elimination of inequalities in Hungary. *International Journal of Inclusive Education*, 27, 1027-1041. <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1879957>

Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2016). *Impact evaluation in practice*. World Bank Publications.

González-Baixaui, C., Montañes-Brunet, E., & Pérez-Vázquez, P. (2018). Effects of Mobility Programmes on University Students' Academic Performance. *Proceedings of the 4th International Conference on Higher Education Advances*. <https://doi.org/10.4995/HEAD18.2018.8034>

Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature*, 47(1), 5-86. <https://doi.org/10.1257/jel.47.1.5>

Inzunza, J., Assaél, J., Cornejo, R., & Redondo, J. (2019). Educación pública y movimientos estudiantiles: La rebelión chilena bajo un experimento neoliberal. *British Journal of Sociology of Education*, 40, 490-506. <https://doi.org/10.1080/01425692.2019.1590179>

Kang, J. D. Y., & Schafer, J. L. (2007). Demystifying Double Robustness: A Comparison of Alternative Strategies for Estimating a Population Mean from Incomplete Data. *Statistical Science*, 22(4), 523-539. <https://doi.org/10.1214/07-STS227>

Leihy, P., & Salazar, J. M. (2017). La dimensión moral en la expansión de la educación superior chilena. *Higher Education*, 74, 147-161. <https://doi.org/10.1007/S10734-016-0034-8>

López, C. A., & Falabella, A. (2021). El sistema educativo de Chile. *Global Education Systems*.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-41651-5_4

Magnet Schools of America. (2024). *Strategic Plan for Magnet Schools*. Magnet Schools of America. Consultado el 21 de mayo de 2025, desde <https://magnet.edu/about#plan>

Plan estratégico oficial de las escuelas magnet en EE.UU.

Mardotilla, Y., Hapsari, R. D., & Amanta, A. N. (2024). The Impact of Social-Emotional Learning on Academic Achievement in Elementary Schools. *International Journal of Educational Research*.
<https://doi.org/10.62951/ijer.v1i1.14>

Ministerio de Educación de Chile. (2015a). *Marco para la Buena Dirección y el Liderazgo Escolar*. Ministerio de Educación de Chile. Consultado el 24 de junio de 2025, desde <https://liderazgoeducativo.mineduc.cl/marco-para-la-buena-direccion-y-el-liderazgo-escolar-2/>

Documento oficial que establece los estándares para el liderazgo escolar en Chile.

Ministerio de Educación de Chile. (2015b). Resolución Exenta N°1050/2015: Aprueba Marco para la Buena Dirección y el Liderazgo Escolar. <https://estandaresdocentes.mineduc.cl/wp-content/uploads/2022/03/MBDLE.pdf>

Ministerio de Educación de Chile. (2019). *Bases Curriculares 1° a 6° Básico - Actualización 2019*.
<https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/18877/E20-0001.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Educación de Chile. (2020). *Informe trimestral Liceos Bicentenario: septiembre 2020* (inf. téc.). Ministerio de Educación de Chile. <https://liceosbicentenario.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/120/2021/04/Informe-trimestral-Liceos-Bicentenario-septiembre-2020.pdf>

Ministerio de Educación de Chile. (2021). *Programa Liceos Bicentenario 2021*. <https://liceosbicentenario.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/120/2024/11/Programa-Liceos-Bicentenario-2021.pdf>

Ministerio de Educación de Chile. (2022a). *Indicadores de Desarrollo Personal y Social: Retención Escolar*. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Documentos-Curriculares/Estandares-e-indicadores-de-calidad/Indicadores-de-Desarrollo-Personal-y-Social-vigentes/90161:Retencion-escolar>

Ministerio de Educación de Chile. (2022b). Prueba de Acceso a la Educación Superior (PAES). <https://www.mineduc.cl/prueba-de-acceso-a-la-educacion-superior-paes/>

Ministerio de Educación de Chile. (2023). Base de Datos Matrícula Oficial 2023. <https://centroestudios.mineduc.cl/2023/11/02/base-de-datos-matricula-oficial-2023-disponible/>

Ministerio de Educación de Chile. (2024). *Apuntes 46* (inf. téc.). Ministerio de Educación de Chile. https://bibliotecadigital.mineduc.cl/bitstream/handle/20.500.12365/20188/APUNTES%2046_2024_fd01.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mizala, A., & Romaguera, P. (2000). Rendimiento y Elección Escolar: La Experiencia Chilena. *Journal of Human Resources*, 35, 392-417. <https://doi.org/10.2307/146331>

Montecinos, C., & Trujillo, D. (2018). *Liderazgo escolar en los distintos niveles del sistema: Notas técnicas para orientar sus acciones* (Vol. 2). LIDERES EDUCATIVOS, Centro de Liderazgo para la Mejora Escolar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Navarro, L., & Hernández Opazo, H. (2024). Construyendo una cultura de la excelencia en un liceo público. *Revista Enfoques Educativos*, 21(2), 45-65. <https://doi.org/10.5354/2735-7279.2024.73847>

Navarro, R. E. (2016). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *REICE Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2). <https://doi.org/10.15366/reice2003.1.2.007>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *Survey of Adults Skills (PIAAC) 2023: Chile Country Note*. https://www.oecd.org/en/publications/2024/12/survey-of-adults-skills-2023-country-notes_df7b4a60/chile_043083fb.html

Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55. <https://doi.org/10.2307/2335942>

Steiner, P. M., & Cook, T. D. (2013). Matching and propensity scores: Foundations. En T. D. Little (Ed.), *The Oxford handbook of quantitative methods* (pp. 237-259, Vol. 1). Oxford University Press.

UNESCO International Institute for Educational Planning. (2019). Chile: Perfil de la Educación (DPE). https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/chile_dpe_-_25_09_19.pdf

UNESCO International Institute for Educational Planning. (2024). Chile: Perfil educativo en Siteal. <https://siteal.iiep.unesco.org/pais/chile>

U.S. Department of Education. (2003). *Evaluation of the Magnet Schools Assistance Program: Overview* (Research Report). U.S. Department of Education, Office of Innovation y Improvement. Consultado el 11 de junio de 2025, desde <https://www.ed.gov/sites/ed/files/rschstat/eval/choice/magneteval/overview.pdf>

Evaluación oficial del programa de escuelas magnet en EE.UU.

Villar Martínez, P. O. (2020). *Efectividad de Liceos Bicentenario de Excelencia en Chile y su Acceso a la Elite de la Educación Superior* [Tesis de maestría]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/181722/Tesis%20-%20Pablo%20Villar.pdf?>

Wang, J., Herman, J. L., & Dockterman, D. (2018). A research synthesis of magnet school effect on student outcomes: Beyond descriptive studies. *Journal of School Choice*, 12(2), 157-180. <https://doi.org/10.1080/15582159.2018.1440100>

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT press.