

Máster ERCSP

Máster Universitario en
Economía, Regulación
y Competencia en los
Servicios Públicos



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Rendimiento Académico y Exposición a la Violencia Escolar y Criminalidad Comunal: Un Análisis Empírico con Datos SIMCE en Chile

Trabajo Final de Máster

**Máster Universitario en Economía, Regulación y Competencia en los Servicios Públicos,
Universitat de Barcelona**

Mayo de 2025

Autor

Javier Paz Lira

Director

Jordi Rosell

Agradecimientos

A mi familia, por su apoyo incondicional y compañía en cada etapa de este proceso. Su aliento constante fue mi mayor motivación.

Al profesor Jordi Rosell, mi sincero agradecimiento por su valiosa guía académica, orientación y disponibilidad durante el transcurso de esta investigación.

Cláusula de responsabilidad

La responsabilidad de cualquier error u omisión que contenga la versión final del trabajo corresponde en exclusiva al autor de este trabajo¹.

¹ Esta investigación utilizó como fuente de información las bases de datos de la Agencia de Calidad de la Educación. El autor agradece a la Agencia de Calidad de la Educación el acceso a la información. Todos los resultados del estudio son de responsabilidad del autor y en nada comprometen a dicha Institución

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de factores socioeconómicos, criminalidad comunal, violencia y convivencia escolar sobre el rendimiento académico de estudiantes de segundo medio —equivalente al 10° grado o *sophomore year* en Estados Unidos— en colegios de Santiago de Chile. El rendimiento académico se mide a través del promedio de los puntajes obtenidos en la prueba SIMCE de Lenguaje y Comunicación y Matemáticas, a nivel de establecimiento educacional. El análisis se basa en datos de panel de 975 colegios correspondientes a los años 2018 y 2023, utilizando modelos econométricos de Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Aleatorios y Efectos Fijos con corrección de errores robustos para establecer relaciones causales. Los resultados muestran que el nivel socioeconómico tiene un efecto negativo y significativo en el rendimiento académico en todos los modelos. La criminalidad comunal también presenta un impacto negativo en ciertos modelos, aunque su magnitud podría estar condicionada por factores estructurales. Asimismo, la violencia escolar influye negativamente en algunos modelos, lo que sugiere que los entornos escolares violentos afectan el rendimiento académico. Por el contrario, una buena convivencia escolar se asocia consistentemente con mejores resultados académicos, actuando como un factor protector. Esta investigación busca contribuir al debate académico sobre los determinantes del rendimiento escolar, con énfasis en aquellos vinculados al clima escolar y a la exposición a contextos violentos, ofreciendo además evidencia empírica que oriente el diseño de políticas públicas educativas para mejorar los entornos educativos y promover una mayor equidad en el sistema educativo chileno.

Palabras clave: rendimiento académico; criminalidad comunal; violencia escolar; convivencia escolar; nivel socioeconómico; datos de panel.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of socioeconomic factors, community crime, school violence, and school climate on the academic performance of 10th-grade students— following the U.S. high school grade-level structure—in schools located in Santiago, Chile. Academic performance is measured using the average scores obtained in the SIMCE standardized test for Language and Communication and Mathematics, aggregated at the school level. The analysis is based on panel data from 975 schools for the years 2018 and 2023, employing econometric models including Ordinary Least Squares, Random Effects, and Fixed Effects with robust standard errors to establish causal relationships. The results show that socioeconomic status has a negative and statistically significant effect on academic performance across all models. Community crime also exhibits a negative impact on certain models, although its magnitude may be moderated by structural factors. Similarly, school violence has a negative effect in some models, suggesting that violent school environments hinder academic achievement. In contrast, a positive school climate is consistently associated with better academic outcomes, acting as a protective factor. This research aims to contribute to the academic debate on the determinants of academic performance, with a particular focus on those related to school climate and exposure to violent contexts. It also provides empirical evidence to inform the design of public education policies that seek to improve educational environments and promote greater equity within the Chilean education system.

Keywords: academic performance; community crime; school violence; school climate; socioeconomic status; panel data.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	iii
Abstract.....	iv
1. Introducción	1
2. Objetivos del estudio	3
2.1. <i>Objetivo General</i>	3
2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
3. Fundamentos teóricos y empíricos.....	4
3.1. <i>Fundamentos sobre Violencia, Convivencia Escolar y Rendimiento Académico</i>	4
3.2. <i>Impacto de los delitos de mayor connotación social en el rendimiento académico:</i> <i>Evidencia y contexto chileno</i>	5
3.3. <i>Desigualdad Educativa en el Sistema Escolar Chileno</i>	7
4. Marco Metodológico	9
4.1. <i>Población y muestra</i>	10
4.2. <i>Datos</i>	11
4.2.1. Recolección y tratamiento de datos.....	11
4.2.2. Definición de las variables de estudio.....	11
4.3. <i>Modelo Econométrico Propuesto</i>	11
4.3.1. Verificación de Supuestos Estadísticos, Ajustes y Selección del Modelo.....	13
4.4. <i>Plan de Análisis</i>	14
5. Resultados	15
5.3. <i>Análisis descriptivo de los datos</i>	15
5.4. <i>Análisis bivariado de los datos.</i>	18
5.4.1. Matriz de Correlaciones.....	18
5.4.2. Prueba de U de Mann-Whitney	19
5.5. <i>Resultados de los Modelos Econométricos</i>	19
5.5.1. Resultados de los Modelos.....	19
5.5.1.1. Comparación de modelos	20
6. Conclusiones	22

7. Bibliografía	25
8. Anexos	1
Anexo 1.....	1
Síntesis Proceso de Construcción y Tratamiento de la Base de Datos	1
Anexo 2	4
Especificación de los Modelos Econométricos	4
Anexo 3	6
Verificación de supuestos estadísticos y justificación del modelo.....	6
Anexo 4	8
Análisis Bivariado y Preparación de Datos	8
Anexo 5	12
Análisis Complementario: Clustering y Prueba U de Mann-Whitney	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Resultados promedio SIMCE por grupo socioeconómico en la Región Metropolitana (2018)</i>	8
Tabla 2. <i>Aclaración sobre las variables utilizadas en los modelos</i>	12
Tabla 3. <i>Estadísticas Descriptivas de Variables del Entorno Escolar y Comunal</i>	16
Tabla 4. <i>Estimadores de los modelos econométricos</i>	20

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Chile: Frecuencia y tasa (cada 100 mil habitantes) de víctimas de homicidios consumados, años 2018 a 2023</i>	6
Gráfico 2. <i>Casos de delitos de mayor connotación social</i>	7
Gráfico 3. <i>Comparativo de violencia entre el 2018 y 2023</i>	17
Gráfico 4. <i>Comparativo de amedrentamiento escolar entre el 2018 y 2023</i>	17

1. INTRODUCCIÓN

La educación constituye un pilar esencial para el desarrollo social y la movilidad económica, estrechamente influida por condiciones estructurales, socioeconómicas y contextuales. Organismos internacionales como la UNESCO y la OCDE han destacado que una educación de calidad no solo amplía las oportunidades individuales, sino que también promueve la cohesión social y reduce las desigualdades (UNESCO, 2020; OCDE, 2018). Sin embargo, más allá del acceso y la calidad de la educación, existen factores contextuales que condicionan el aprendizaje, entre ellos la violencia escolar y la criminalidad en el entorno circundante. Pese a su relevancia académica, la influencia de estos factores ha sido poco analizada empíricamente en el contexto latinoamericano y chileno.

Diversas investigaciones muestran que la exposición a entornos violentos afecta negativamente el bienestar emocional, la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Estudios como los de Schwartz et al. (2022) y Burdick-Will (2018) muestran que tanto la violencia escolar como la criminalidad cercana afectan negativamente aspectos importantes del proceso educativo, como la concentración, la asistencia y el rendimiento académico en Lenguaje y Matemáticas. Paralelamente, la literatura académica asociada a los procesos de cognición corrobora consistentemente que la inseguridad persistente y el estrés asociados a contextos violentos perjudican el desarrollo de funciones ejecutivas cerebrales como la memoria y la resolución de problemas, aspectos fundamentales para el aprendizaje (Sharkey et al., 2012).

En el caso chileno, la preocupación por los efectos de la violencia sobre la educación ha cobrado especial relevancia en los últimos años, debido al aumento de delitos violentos y el deterioro del clima escolar. Por ello, cobra relevancia que nuevas investigaciones empíricas avancen en la integración de factores educativos y contextuales dentro de modelos analíticos, permitiendo así estimar con mayor rigor su efecto combinado sobre el rendimiento académico.

Frente a esta brecha, el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de la violencia escolar y la criminalidad comunal sobre el desempeño académico de los colegios de Santiago de Chile, medido a través del puntaje promedio en la prueba SIMCE de Lenguaje y Matemáticas. Se plantea como hipótesis que la exposición a ambientes violentos —tanto dentro como fuera del establecimiento escolar— afecta el rendimiento académico, incluso al controlar por variables como el nivel socioeconómico y la convivencia escolar.

Para ello, se utilizan datos de panel correspondientes a 975 establecimientos educacionales entre los años 2018 y 2023, aplicando varios modelos econométricos, incluido un modelo de efectos fijos que permite controlar

por heterogeneidad no observable entre colegios. Este enfoque busca no solo aportar con evidencia empírica sobre los determinantes del rendimiento escolar, sino también generar evidencia útil para el diseño de políticas públicas integrales que reduzcan las brechas educativas. Comprender cómo los entornos violentos condicionan los resultados académicos es fundamental para promover condiciones escolares más equitativas, inclusivas y seguras.

El cuerpo de este documento se divide en seis partes principales. Primero, se presentan los objetivos del estudio, que orientan el desarrollo de la investigación. Luego, se abordan los fundamentos teóricos y empíricos sobre violencia escolar, criminalidad comunal y otros factores contextuales asociados al rendimiento académico, incluyendo una revisión de la literatura relevante y del contexto chileno. En tercer lugar, se expone el marco metodológico, detallándose el enfoque cuantitativo, la base de datos, las variables, modelos econométricos y el plan de análisis. La cuarta sección presenta el análisis complementario, y exploratorio, así como los resultados descriptivos y sus contrastes. En el quinto apartado se presentan las estimaciones de los modelos econométricos y se analizan sus resultados. Y finalmente, las conclusiones presentan, analizan y discuten las implicancias y proyecciones de los resultados y hallazgos de la investigación.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1. Objetivo General

Analizar la relación entre violencia escolar y criminalidad comunal en el desempeño académico de estudiantes de colegios de Santiago de Chile.

2.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar la relación entre la violencia escolar y la criminalidad comunal con el rendimiento académico, considerando factores contextuales del entorno educativo y socioeconómico de los colegios de Santiago.
- Evaluar los efectos diferenciados de la violencia escolar y la criminalidad comunal en el desempeño académico con modelos econométricos y análisis de datos de panel.
- Explorar los mecanismos mediante los cuales la violencia escolar y comunal influyen en los resultados académicos con el fin de aportar evidencia empírica para el diseño de políticas educativas.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y EMPÍRICOS

3.1. Fundamentos sobre Violencia, Convivencia Escolar y Rendimiento

Académico

De acuerdo con UNESCO (2024) la violencia escolar abarca cualquier acto de agresión física, verbal o psicológica en el ámbito educativo dentro de las escuelas, incluyendo bullying, intimidaciones y exclusión social. Sus consecuencias las sufren no sólo víctimas directas, sino también se propagan a toda la comunidad educativa, ocasionando un deterioro del clima escolar, que disminuye tanto la atención en el aula como el desempeño académico grupal (González-Moreno et al., 2023).

Los mecanismos mediante los cuales la violencia escolar perjudica el rendimiento académico son variados. Cornell y Mayer (2010) documentaron que la exposición a violencia en el entorno escolar genera ansiedad y estrés, alterando la concentración de los estudiantes. De manera similar, Bravo-Sanzana et al. (2020) y Galicia-Sánchez et al. (2023) encontraron que los estudiantes expuestos a violencia escolar tienden a obtener calificaciones significativamente más bajas que aquellos que no han enfrentado estas situaciones.

El impacto negativo de la violencia escolar en el aprendizaje se debe, en gran medida, a su efecto sobre la atención y la motivación. Sharkey et al. (2012) y Schwartz et al. (2005) señalaron que el estrés crónico derivado de la inseguridad y el acoso escolar afecta las funciones ejecutivas del cerebro, dificultando la memoria y aprendizaje. Esto explica por qué estudiantes en entornos escolares conflictivos obtienen menor rendimiento en pruebas estandarizadas (Espelage et al., 2014).

Si bien la violencia escolar se expresa en hechos específicos, su verdadero alcance radica en los efectos acumulativos de sufrir exposición reiterada. En esta línea, Burdick-Will (2018) demuestra que los estudiantes expuestos a entornos violentos no solo presentan peores resultados inmediatos, sino también mayores tasas de deserción. Revelando un deterioro progresivo del proceso de aprendizaje.

El impacto de la violencia escolar también afecta a la labor docente y el ambiente institucional. Harding (2010) y Deole (2018) precisan que la violencia sostenida en los colegios genera desmotivación en estudiantes y profesores, lo que deteriora la calidad educativa. El estrés y la sensación de inseguridad pueden llevar a los docentes a reducir su compromiso con la enseñanza, mientras que los estudiantes adoptan actitudes de evasión y desinterés académico. Esto propicia un clima educativo adverso, que limita el desarrollo de habilidades socioemocionales y la formación del capital humano.

Este estudio analiza la convivencia escolar analizando la información capturada en los cuestionarios IDPS del SIMCE, que miden la percepción estudiantil sobre las interacciones escolares. La Política Nacional de Convivencia Escolar (2024) define este concepto como el sistema de relaciones entre todos los actores educativos, donde una buena convivencia requiere no solo ausencia de conflicto, sino de vínculos activos y colaborativos.

La convivencia escolar se relaciona estrechamente con el clima escolar, definido por Thapa et al. (2013) como la percepción colectiva del ambiente educativo, incluyendo normas, relaciones y aspectos pedagógicos. Las investigaciones demuestran que un clima positivo mejora el desempeño académico: de acuerdo con Wang y Degol (2016), promueve la motivación intrínseca, mientras que Thapa et al. (2013) destacan su papel en reducir la deserción, fortalecer la autoestima y el compromiso estudiantil.

3.2. Impacto de los delitos de mayor connotación social en el rendimiento académico: Evidencia y contexto chileno

A modo general, la criminalidad impacta a las comunidades escolares de forma directa, cuando víctimas o victimarios son miembros de la comunidad educativa, y de forma indirecta, al ocurrir los delitos en los barrios donde habitan sus integrantes (García & Pérez, 2022). Estos efectos indirectos, aunque menos visibles, deterioran también la percepción de seguridad y el bienestar colectivo (Lavy & Schlosser, 2022).

La criminalidad en el entorno escolar influye en la percepción de seguridad y en el rendimiento académico. Sharkey et al. (2012) y Burdick-Will (2018) sostienen que los entornos de alta criminalidad generan un clima de inseguridad que afecta las dinámicas escolares, exacerbando el estrés crónico en los estudiantes y reduciendo la efectividad pedagógica. Giménez y Barrado (2020) evidencian que quienes viven en zonas con altos índices de criminalidad presentan mayores dificultades de concentración y menor rendimiento en pruebas estandarizadas.

La exposición a delitos violentos genera estrés miedo y desconfianza, lo que deteriora el bienestar psicológico y emocional de los estudiantes. Los mecanismos son similares a los descritos para la violencia escolar; el aprendizaje se ve reducido producto de la afectación de las funciones ejecutivas del cerebro, como la memoria y el autocontrol (Sharkey et al., 2012). Asimismo, también aumentan el riesgo de deserción (Anderson et al., 2019) y contribuyen a la normalización de la violencia, debilitando vínculos y fomentando un clima de desconfianza en la comunidad escolar (Giménez & Barrado, 2020). A este respecto, Harding (2020) sostiene que la exposición a

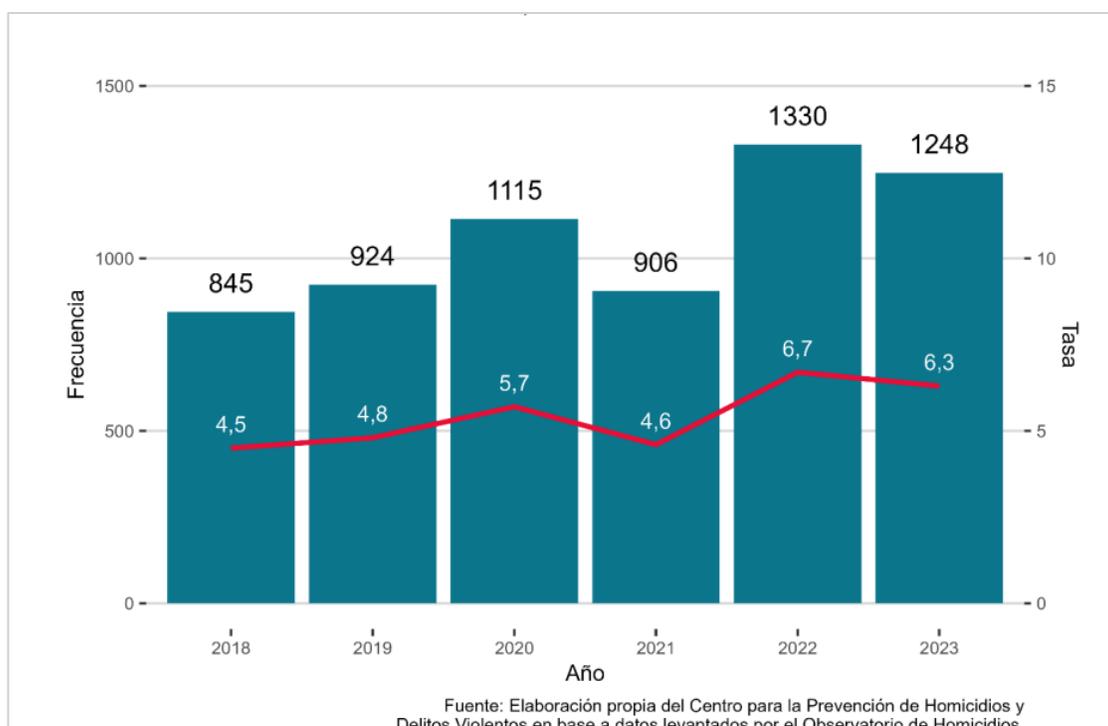
contextos de alta criminalidad modifica la percepción de los beneficios de asistir a clases, reduciendo la valoración de la educación y aumentando el riesgo de involucrarse en conductas de riesgo.

Diversos estudios muestran que los estudiantes expuestos directa o indirectamente a delitos violentos obtienen peores resultados académicos, incluso al controlar por variables socioeconómicas (Giménez & Barrado, 2020). Torrats-Espinosa (2020) demostró que una reducción del 10% en la criminalidad mejoró los puntajes en Matemáticas y Lenguaje en distritos escolares de EE. UU.

En Chile, la clasificación de delitos de mayor connotación social (DMCS) agrupa crímenes especialmente violentos que afectan la percepción de seguridad y concentran atención mediática. Esta categoría incluye homicidios, violaciones, robos con violencia, lesiones e infracciones a la ley de drogas (CEAD, 2023).

El sistema nacional de estadísticas delictuales muestra que la tasa de homicidios aumentó de 4,2 (2016) a 6,7 por 100 mil habitantes (2022), con una leve reducción a 6,3 en 2023. En números absolutos, los casos pasaron de 845 (2018) a 1.330 (2022), un 50% más en cinco años (Gráfico 1). Paralelamente, las violaciones crecieron 46,6% y los robos con violencia 11,5% entre 2014-2023, concentrándose en áreas urbanas como Santiago (Gallardo, 2024; Gráfico 2).

Gráfico 1. Chile: Frecuencia y tasa (cada 100 mil habitantes) de víctimas de homicidios consumados, años 2018 a 2023.

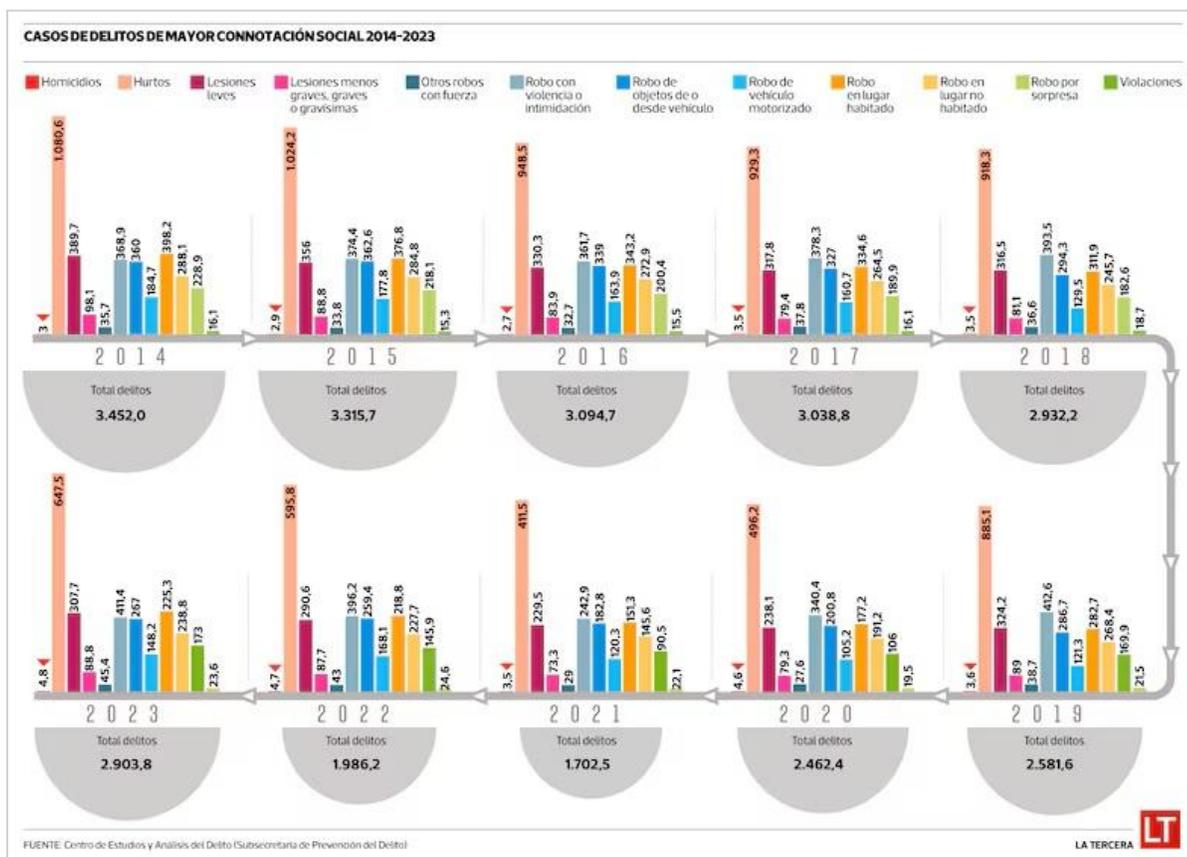


Fuente. Tomado desde el Informe Nacional de Víctimas de Homicidios Consumados en Chile 2023.

Otros delitos graves también muestran aumentos considerables: las violaciones crecieron un 46,6% y los robos con violencia un 11,5% entre 2014 y 2023, con especial incidencia en zonas urbanas como Santiago (Gallardo, 2024; Gráfico 2).

Gráfico 2.

Casos de delitos de mayor connotación social.



Fuente: (Gallardo, 2024)

3.3. Desigualdad Educativa en el Sistema Escolar Chileno

La segmentación socioeconómica del sistema educativo chileno tiene raíces estructurales, acentuadas por la política neoliberal y las reformas de descentralización de los años 80, que introdujeron un modelo de financiamiento basado en una subvención por estudiante (Prawda, 1993). Paralelamente se transfirió la dependencia de las escuelas públicas desde el estado central hacia los municipios, consolidándose un modelo de

propiedad y gestión tripartido, con escuelas municipales, subvencionadas y privadas, lo que al poco andar profundizó las desigualdades en el acceso y resultados académicos (Carrasco et al., 2014).

El análisis y evidencia entorno al SIMCE muestra que el desempeño académico en Chile está fuertemente determinado por el nivel socioeconómico de los estudiantes. Según Quiroz Reyes (2020), los alumnos de hogares con mayores ingresos obtienen puntajes significativamente más altos. En la Región Metropolitana, los resultados del SIMCE 2018 muestran brechas de hasta 104 puntos en Matemática y 52 en Lectura entre estudiantes de sectores altos y bajos en segundo medio, como puede observarse en la Tabla 1.

Los datos de la Agencia de Calidad de la Educación (2015) indican que esta brecha ha mostrado escasa variación entre 2006 y 2012, evidenciando una persistente reproducción de desigualdades estructurales.

Tabla 1.

Resultados promedio SIMCE por grupo socioeconómico en la Región Metropolitana (2018).

Grupo Socioeconómico	Lectura 4° P	Lectura 6° P	Lectura II° S	Matemática 4° P	Matemática 6° P	Matemática II° S
Alto	303	282	276	297	297	328
Medio alto	286	263	268	276	271	304
Medio	271	250	254	260	253	276
Medio bajo	254	235	238	245	234	245
Bajo	242	220	224	232	221	224

Fuente: Elaborado por Quiroz Reyes (2020) con información obtenida de la Agencia de Calidad de la Educación para el SIMCE 2018.

Estas brechas reflejan barreras estructurales que afectan el aprendizaje de los estudiantes más vulnerables, incluyendo desigualdades en recursos educativos, capital cultural y condiciones de enseñanza. Mizala y Torche (2019) destacan que la infraestructura, dotación docente y metodologías varían sustancialmente según el grupo socioeconómico.

La hipótesis principal de investigación sostiene que la violencia escolar, las amenazas entre pares, la calidad de la convivencia escolar y la exposición comunitaria a crímenes violentos, influyen significativamente en el rendimiento académico promedio de los estudiantes, medido a través de los puntajes SIMCE en Lenguaje y Matemáticas en los colegios de la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

4. MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio adopta una metodología cuantitativa para analizar la relación entre violencia escolar, criminalidad comunal y rendimiento académico en colegios de Santiago de Chile. Para ello, se emplean datos provenientes de bases oficiales, como el SIMCE, los Indicadores de Desarrollo Personal y Social (IDPS) y registros de delitos de la Subsecretaría de Prevención del Delito.

El núcleo del análisis se basa en la estimación de tres modelos econométricos —Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), Efectos Aleatorios (RE) y Efectos Fijos (FE)—. Este enfoque permite contrastar supuestos sobre heterogeneidad no observable entre colegios y evaluar la robustez de los resultados, siguiendo estándares metodológicos para datos de panel (Wooldridge, 2010). La inclusión de efectos fijos, en particular, es respaldada por investigaciones similares que abordan rendimiento académico en entornos violentos, donde controlar por heterogeneidad no observable es crítico (Sharkey, 2010).

El modelo OLS proporciona una estimación inicial de referencia, pero su supuesto de homogeneidad entre unidades y su incapacidad para controlar efectos invariantes en el tiempo pueden introducir sesgos por variables omitidas (Greene, 2012). Para abordar estas limitaciones, se emplean modelos de panel. El modelo de efectos aleatorios (RE) aprovecha la variación intra e inter-unidades, pero su consistencia requiere que los efectos no observados no estén correlacionados con los regresores, lo que se verifica mediante la prueba de Hausman. En contraste, el modelo de efectos fijos (FE) absorbe toda la heterogeneidad no observable constante en el tiempo, siendo ideal para paneles con T pequeño y N grande, como en este caso (Angrist & Pischke, 2009). No obstante, FE no captura efectos de variables invariantes, lo que justifica la comparación con RE.

Dado que las principales variables del análisis provienen de la Data del SIMCE-IDPS, incluyendo la variable dependiente ;puntaje promedio SIMCE a nivel de colegio, resulta pertinente explicar brevemente las características y aplicación de este instrumento de evaluación.

El Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) es una evaluación estandarizada administrada por la Agencia de Calidad de la Educación desde 2011, cuyo objetivo principal es medir el logro de los objetivos curriculares definidos por el Ministerio de Educación. Se aplica de forma censal, lo que permite analizar comparativamente los resultados entre establecimientos, regiones e individuos, y hacer seguimiento longitudinal de cohortes estudiantiles (Agencia de Calidad de la Educación, 2022). Su carácter censal también se ha destacado como una herramienta útil para identificar brechas educativas persistentes (Agencia de Calidad de la Educación, 2020)

Los resultados del SIMCE se expresan en puntajes estandarizados en una escala continua, que generalmente oscila entre los 150 y los 400 puntos, mientras que la media se ubica usualmente sobre los 250 puntos.

Las evaluaciones SIMCE se concentran regularmente en Lenguaje y Matemáticas, abordando competencias como comprensión lectora, razonamiento y resolución de problemas. Además, el sistema incorpora información contextual mediante cuestionarios aplicados a miembros de la comunidad educativa, los que nutren los Indicadores de Desarrollo Personal y Social (IDPS). Estos indicadores complementan el rendimiento académico al incluir factores como la autoestima académica, la motivación, violencia y convivencia escolar, entre otros (MINEDUC, 2020).

4.1. Población y muestra

La población objetivo comprende todos los establecimientos educacionales de la Región Metropolitana de Santiago que imparten segundo medio y cuentan con resultados válidos y completos del SIMCE en las pruebas de Lenguaje y Matemáticas para los años 2018 y 2023. Según las bases de datos oficiales del SIMCE y el IDPS, el universo de colegios con información completa para ambos años asciende a 975 establecimientos.

La elección temporal de los años 2018 y 2023 responde, en primer lugar, a la disponibilidad de datos recientes que diesen continuidad a la serie. La medición del SIMCE se interrumpió entre 2019 y 2021, siendo 2018 y 2023 los levantamientos más recientes con microdatos completos para el análisis. Un segundo criterio fue la equivalencia instrumental: el análisis de la data SIMCE-IDPS evidenció que solo en dichos años las variables asociadas al clima y la violencia escolar mantuvieron enfoques y escalas compatibles, condición necesaria para estimar modelos de datos de panel sin sesgos de medición. Por último, el período resulta contextualmente relevante al capturar eventos exógenos de magnitud, como la pandemia de COVID-19 —declarada en Chile en marzo de 2020— y el aumento sostenido de los delitos de mayor gravedad, lo que permite capturar un eventual impacto diferencial sobre el rendimiento académico.

Dado que se incluye la totalidad de los colegios que disponen de resultados válidos según la Agencia de Calidad de la Educación y además cumplen con los criterios de inclusión definidos —es decir, disponibilidad de resultados SIMCE comparables para ambos años y ubicación en la Región Metropolitana de Santiago—, no se aplicó un muestreo probabilístico. Por lo tanto, la muestra puede considerarse un cuasi censo dentro del marco definido, lo que garantiza la representatividad y validez de los resultados.

4.2. Datos

4.2.1 Recolección y tratamiento de datos

La recolección, tratamiento y validación de los datos requirió variados procedimientos técnicos para garantizar su consistencia, comparabilidad y calidad. Para una explicación detallada, véase el Anexo 1, donde se describe la construcción de la base de datos, incluyendo fuentes, criterios de inclusión, transformaciones estadísticas y controles de calidad. La base final incluye 975 colegios por período temporal, para los años 2018 y 2023, sumando un total de 1.950 observaciones dispuestas en un panel con 22 variables.

Los colegios incluidos abarcan gran parte de las comunas de la Región Metropolitana, incluyendo Santiago, Providencia, Puente Alto, Maipú, La Florida, San Bernardo, entre otras, lo que refleja la diversidad socioeconómica de la región.

4.2.2. Definición de las variables de estudio

Las variables que componen la base de datos permiten analizar la interacción entre factores educativos, socioeconómicos y de seguridad comunal, así como su relación con el entorno escolar y el rendimiento académico medido por el SIMCE. Entre las variables se consideran indicadores tanto a nivel escolar como comunal, y abarcan dimensiones relevantes como el nivel socioeconómico, la criminalidad, la convivencia y violencia escolar.

Para mayor claridad y transparencia metodológica, la descripción completa de las 22 variables utilizadas en la base de datos —incluyendo su nombre, fuente, nivel de agregación, tipo de escala y definición operacional— se encuentra disponible en el Anexo 1.

4.3. Modelo Econométrico Propuesto

Para estimar el efecto de la violencia escolar y demás variables de interés (descritas en la Tabla 3) en el rendimiento académico mediante SIMCE, se especifican tres modelos econométricos con datos de panel a nivel de establecimiento educativo. Los que se basan en la siguiente ecuación general:

$$\ln(\text{SIMCE}_{it}) = \beta_1 \cdot \text{GSBajo}_{it} + \beta_2 \cdot \text{CriminalidadComunal}_{it} + \beta_3 \cdot \text{Municipal}_{it} + \beta_4 \cdot \text{Convivencia}_{it} + \beta_5 \cdot \text{ViolenciaEscolar}_{it} + \beta_6 \cdot \text{Amedrentamiento}_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Donde μ_i representa el componente no observado asociado al colegio i , cuya especificación varía según el modelo estimado:

- El modelo OLS asume que $\mu_i = 0$ y que todos los factores están capturados por las variables observables.
- En el modelo de Efectos Fijos (FE), $\mu_i = a_i$, controlando por características invariantes a nivel de colegio.
- Bajo Efectos Aleatorios (RE), el término $\mu_i \equiv u_i$ representa un componente idiosincrático no correlacionado con las variables explicativas.

El detalle de las especificaciones formales de los modelos y la descripción completa de las variables utilizadas se presenta en el Anexo 2.

Tabla 2.

Aclaración sobre las variables utilizadas en los modelos.

Variable	Definición
$\ln(\text{SIMCE}_i)$	Logaritmo natural del puntaje SIMCE del colegio i ; es la variable dependiente del modelo y mide el desempeño académico promedio del colegio en las pruebas de Lenguaje y Comunicación y Matemáticas.
GS Bajo $_i$	Es una variable dummy que indica si el colegio pertenece al grupo socioeconómico bajo (valor 1 si es así, 0 en caso contrario), reflejando diferencias estructurales en los recursos y condiciones de aprendizaje.
Criminalidad Comunal $_i$	Índice que refleja el nivel de violencia en la comuna del colegio i , construido mediante análisis factorial exploratorio a partir de las tasas comunales de robos con violencia, homicidios y violaciones. Estas variables se agruparon estadísticamente en un mismo factor. El índice es una medida estandarizada con media cero y desviación estándar unitaria.
Municipal $_i$	Variable dummy que identifica colegios municipales, toma el valor 1 si el colegio es municipal y 0 en caso contrario
Convivencia $_i$	Índice de percepción de convivencia escolar expresado en una escala de 0 a 100, donde los valores más altos indican un mejor ambiente escolar.
Violencia Escolar $_i$	Índice de percepción de violencia que captura el nivel de intimidación o agresión física en el colegio, calculado a partir de datos del IDPS en una escala de 1 a 100, donde valores más altos indican un ambiente escolar de mayor violencia.
Amedrentamiento $_i$	Índice que mide la percepción de amenazas dentro del colegio, obtenida también a partir de los datos del IDPS y expresada en una escala de 1 a 100, donde valores más altos indican un ambiente escolar con mayor amedrentamiento.
α_i	Efecto fijo específico del colegio i .
u_i	Efecto aleatorio específico del colegio i .

Fuente: *Elaboración propia.*

4.3.1. Verificación de Supuestos Estadísticos, Ajustes y Selección del Modelo²

Para evaluar la adecuación de los modelos econométricos a la estructura de pseudo-panel, se compararon especificaciones para modelos de efectos fijos (EF), efectos aleatorios (EA) y regresión agrupada (OLS). Mediante pruebas de diagnóstico, se verificaron los siguientes supuestos:

Heterocedasticidad y autocorrelación. La prueba de Breusch-Pagan detectó heterocedasticidad, mientras que Durbin-Watson reveló autocorrelación en el modelo agrupado. Ambos problemas se corrigieron con errores robustos.

Efectos individuales y temporales. Una prueba de Breusch-Pagan (análoga a la F de Chow para paneles) confirmó la presencia de efectos individuales significativos entre establecimientos, pero se descartan efectos temporales relevantes.

Multicolinealidad y normalidad. Los valores de VIF (<5) descartaron multicolinealidad. Aunque los residuos no siguieron una distribución normal, los estimadores son consistentes en grandes muestras.

Selección del modelo. La prueba de Hausman rechazó la consistencia de los efectos aleatorios, respaldando el uso de Efectos Fijos para controlar heterogeneidad no observable.

A su vez, con el propósito de estabilizar la varianza y mejorar la distribución de los residuos, se aplicó una transformación logarítmica al puntaje SIMCE, dada su alta dispersión. Esta transformación también contribuyó a atenuar el efecto de valores atípicos y a favorecer el cumplimiento del supuesto de normalidad de los residuos en los modelos estimados.

Los resultados demostraron robustez ante distintas especificaciones, validando la preferencia del modelo de efectos fijos para un análisis más preciso (*Véase el Anexo 3*).

² Para una revisión detallada véase el Anexo 3.

4.4. Plan de Análisis³

El análisis combinó métodos descriptivos, exploratorios e inferenciales para garantizar resultados robustos.

Análisis descriptivo: Identificó distribuciones, tendencias centrales y dispersión de variables secundarias y claves.

Análisis Factorial Exploratorio. (AFE): Sintetizó indicadores de criminalidad (homicidios, violaciones, robos con violencia) en un índice de criminalidad comunal, usando componentes principales con rotación Varimax.

Análisis comparativo no paramétrico. Se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney, un método no paramétrico que permite contrastar las distribuciones de variables entre ambos períodos sin asumir una distribución normal de los datos.

Análisis de Clúster: Agrupó colegios según exposición a violencia, empleando un método jerárquico (distancia de Ward) para maximizar homogeneidad intragrupo.

Análisis de correlaciones. Donde se presenta la matriz de correlaciones para luego analizar las principales relaciones bivariadas entre las variables que componen la base de datos, ahondando en aquellas relacionadas con el rendimiento académico, el clima escolar y la criminalidad comunal.

Modelos econométricos: Se plantean tres modelos de datos de panel ;Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS), Efectos Aleatorios (RE) y Efectos Fijos (FE).

Verificación de supuestos: Homocedasticidad (Breusch-Pagan), normalidad de residuos (gráficos/Shapiro-Wilk), ausencia de multicolinealidad y otros detallados en el anexo correspondiente.

Análisis de sensibilidad: Se confirmó estabilidad de coeficientes ante cambios en las especificaciones.

³ Los modelos econométricos se detallan en el Anexo 2 , las correlaciones y el análisis factorial exploratorio (AFE) se presentan en el Anexo 4, mientras que los resultados del análisis de conglomerados (clustering) y de la prueba U de Mann-Whitney se detallan en el Anexo 5.

5. RESULTADOS

5.3. Análisis descriptivo de los datos

El análisis descriptivo permitió observar diferencias significativas entre las variables escolares y comunales. De acuerdo con la Tabla 3, en promedio, el puntaje SIMCE fue de 259.94 puntos, con un mínimo de 182.5 y un máximo de 381.5, mostrando una dispersión considerable entre los establecimientos educativos. La convivencia escolar obtuvo una media de 74.78 puntos, evidenciando una percepción relativamente positiva en la mayoría de los colegios. Sin embargo, el nivel de amedrentamiento o amenazas escolares alcanzó una media de 27.09, con casos extremos de hasta 67 puntos, indicando que ciertos establecimientos enfrentan mayores niveles de inseguridad escolar.

En el análisis comparativo del rendimiento académico se observa una estabilidad en los resultados entre los años 2018 y 2023. El puntaje promedio SIMCE presentó una leve variación, pasando de 260,3 puntos en 2018 a 259,6 puntos en 2023, lo que equivale a una disminución del 0,28%. No obstante, esta diferencia no resultó estadísticamente significativa según la prueba de Mann-Whitney U, lo que indica que no existen cambios relevantes en la distribución de los puntajes entre ambos años.

Tabla 3.
Estadísticas Descriptivas de Variables del Entorno Escolar y Comunal.

Categoría	Variable	Media	Desv. Est.	Mínimo	P25	Mediana	P75	Máximo	Histograma
Entorno escolar	Puntaje SIMCE	259.94	33.59	182.5	233.5	255	284	381.5	
	Convivencia escolar	74.78	4.98	56	71.38	74.67	77.93	93.33	
	Amedrentamiento escolar	27.09	12.12	1	17.92	27.22	35.68	67	
	Violencia escolar	11.78	7.14	1	6.21	10.57	16.17	50.5	
	Estudiantes extranjeros (%)	13%	14%	0%	4%	9%	17%	92%	
	Estudiantes mujeres (%)	51%	17%	0%	44%	50%	56%	100%	
Entorno comunal	Población total	162,001	136,531	11,468	90,163	121,320	188,479	664,370	
	Guardias de seguridad	34.96	65.81	0	0	13	33.25	492	
	Hurtos	616.74	555.34	170.69	284.11	448.67	670.34	3761.21	
	Robo con violencia	569.85	336.22	82.71	251.84	570.15	775.96	1355.67	
	Robo de vehículos	152.65	89.98	17.44	94.74	142.45	200.15	465.03	
	Robo en viviendas	215.42	108.24	69.2	135.37	194.7	256.65	614.63	
	Robo no habitacional	211.59	106.09	68.89	126.83	188.87	258.66	566.79	
	Robo por sorpresa	215.46	242.95	0	68.54	146.48	247.72	1236.92	
	Violaciones	19.79	8.06	0	15.03	19.83	24.55	41.39	
Homicidios	4.4	3.81	0	1.65	3.54	6.4	15.52		

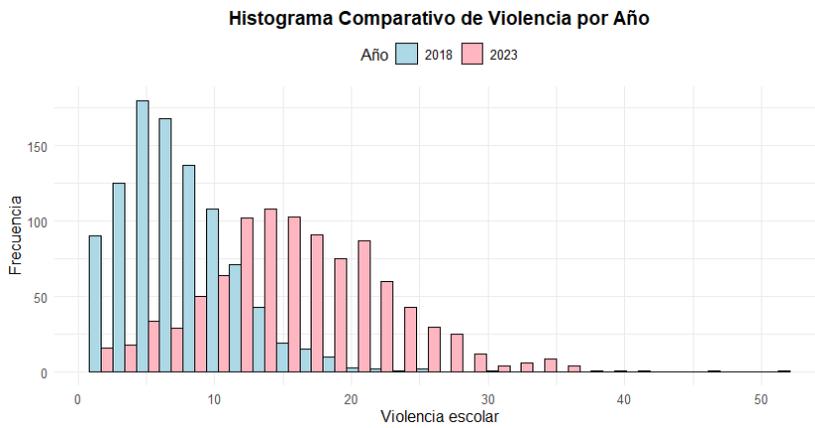
Fuente: Elaboración propia.

Otras variables de entorno escolar muestran características dispares. La convivencia escolar muestra una media de 74.78 y una baja variabilidad (desviación estándar de 4.98), lo que indica niveles relativamente homogéneos entre los establecimientos, en línea con la mediana de 74.67 observada. En contraste, la violencia escolar y las amenazas exhiben distribuciones más dispersas, con medias de 11.78 y 27.09, respectivamente, y valores máximos elevados (50.5 y 67). En ambos casos, la mediana es inferior a la media, lo que sugiere la presencia de valores atípicos en los niveles más altos de violencia.

En cuanto a los factores del entorno comunal, se observa una alta dispersión en la distribución de los delitos. El robo con violencia presenta una media de 569.85 y una desviación estándar de 336.22, lo que indica una fuerte heterogeneidad entre comunas. Del mismo modo, los delitos de violaciones y homicidios registran valores medios relativamente bajos (19.79 y 4.4, respectivamente), pero con una alta variabilidad en los casos extremos, lo que sugiere que en ciertas comunas la incidencia de estos delitos es significativamente mayor.

El Gráfico 3 presenta un histograma comparativo de la violencia escolar para los años 2018 y 2023, evidenciando que en 2018 la mayoría de los colegios presenta niveles bajos de violencia, concentrados entre 0 y 12. En contraste, en 2023 se observa un aumento notable, con mayor frecuencia de casos entre 10 y 20, además de una mayor dispersión hacia valores extremos, superando en algunos casos el 20.

Gráfico 3.
Comparativo de violencia entre el 2018 y 2023.

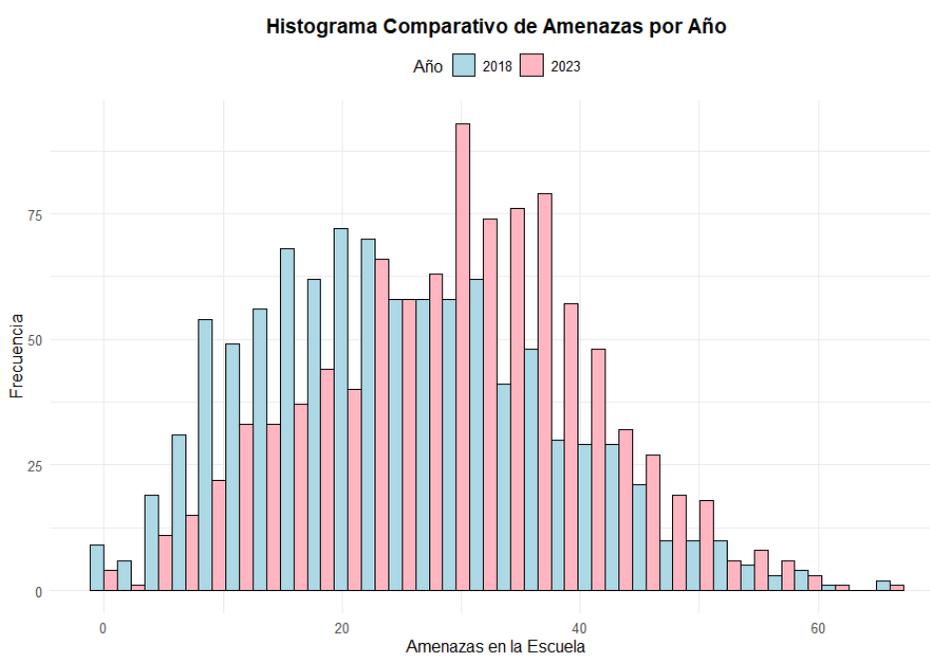


Fuente: Elaboración propia.

Este desplazamiento hacia valores más altos sugiere un incremento en la violencia reportada en los entornos escolares durante 2023, probablemente asociado a cambios en las condiciones psicosociales y de convivencia escolar en el período posterior a la pandemia.

El histograma del gráfico 4 muestra diferencias más pronunciadas entre 2018 y 2023 en comparación con los niveles de violencia escolar. Si bien en ambos años la mayoría de los colegios presenta bajos niveles de amenazas, en 2023 se observa una mayor dispersión hacia valores más altos.

Gráfico 4.
Comparativo de amedrentamiento o amenazas entre el 2018 y 2023.



Fuente: Elaboración propia.

Mientras que en 2018 los valores altos de amedrentamiento se concentraban entre 10 y 25, en 2023 este rango se desplazó hacia 20 y 40, evidenciando un posible aumento en la ocurrencia o percepción de amenazas en algunos establecimientos. Este cambio podría reflejar una mayor exposición a conflictos o alteraciones en la convivencia escolar en el período más reciente.

5.4. Análisis bivariado de los datos.

5.4.1. Matriz de Correlaciones

Los resultados de la matriz de correlaciones, que se puede consultar en el anexo 1, presenta las relaciones bivariadas entre diversas variables relacionadas con el rendimiento académico, el entorno escolar y la criminalidad comunal. A continuación, se describen las correlaciones más relevantes identificadas en el análisis:

Relación entre Factores Escolares y Rendimiento Académico:

- El **grupo socioeconómico (GSE)** muestra una correlación positiva del **72%** con el puntaje SIMCE.
- La variable **Municipal**, que identifica si el establecimiento es público, presenta una correlación negativa del **-31%** con el SIMCE.
- La **convivencia escolar** exhibe una correlación positiva del **43%** con el SIMCE.
- El **amedrentamiento escolar** muestra una correlación negativa del **-58%** con el SIMCE.
- La **violencia escolar** presenta una correlación negativa del **-23%** con el SIMCE.
- La presencia de **estudiantes extranjeras/os** muestra una correlación negativa del **-13%** con el SIMCE.
- La variable **género femenino** muestra una correlación positiva del **15%** con el SIMCE.

Relaciones entre Factores de Criminalidad y Variables Escolares:

- **Homicidios y violaciones** presentan una correlación positiva del **56%** entre sí.
- **Hurtos** muestran una correlación positiva del **67%** con **robos sorpresa** y del **54%** con **robos no habitados**.
- **Robo con violencia** tiene una correlación positiva del **77%** con **robos de vehículos**.
- **Guardias de seguridad** muestran una correlación positiva del **48%** con **hurtos** y del **41%** con **robos sorpresa**.

Relaciones dentro del Entorno Escolar:

- El **amedrentamiento y la violencia escolar** tienen una correlación positiva del **45%**, reflejando una posible interrelación entre estos dos fenómenos.
- La **presencia de estudiantes extranjeros/as** muestra correlaciones menores con otras variables del entorno escolar.

Este análisis de correlaciones proporciona una visión general de las asociaciones entre factores académicos, escolares y de criminalidad comunal, sirviendo como base para una interpretación más profunda en las secciones posteriores.

5.4.2. Prueba de U de Mann-Whitney

Los resultados obtenidos sugieren una marcada transformación en los patrones de violencia y criminalidad entre 2018 y 2023. Se vislumbra un considerable incremento en los homicidios (40%) y un drástico aumento en los reportes de violencia escolar (116%), contrastando con una significativa reducción en delitos contra la propiedad como hurtos (33%) y robos en viviendas (39%). Este fenómeno sugiere un preocupante desplazamiento de la criminalidad hacia delitos de mayor violencia. En contraste, variables estructurales como la población y el rendimiento académico (SIMCE) mantienen niveles estables. Estos hallazgos revelan una disparidad en la evolución de la criminalidad ; mientras disminuyen los delitos menores, aumentan crímenes violentos, planteando nuevos desafíos para las políticas de seguridad pública y protección escolar.

5.5. Resultados de los Modelos Econométricos

Esta sección presenta los resultados de los modelos econométricos estimados para analizar la variación del puntaje SIMCE observada en segundo medio , como indicador de rendimiento académico en los colegios de Santiago durante el período estudiado. Se presentan las estimaciones obtenidas mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Aleatorios y Efectos Fijos, con y sin corrección de errores estándar robustos; esta se implementa para mejorar la confiabilidad luego de comprobar la presencia de heterocedasticidad en los residuos, La estimación robusta se implementó en RStudio utilizando la función `vcovHC` del paquete *sandwich* y `coeftest` del paquete *lmtest*, aplicando el estimador “HC1” propuesto por White. Los resultados se resumen en la Tabla 9.

5.5.1. Resultados de los Modelos

La Tabla 4 muestra los coeficientes estimados, errores estándar y significancia estadística para las principales variables explicativas en cada modelo. Se presentan los resultados de los modelos sin y con corrección de errores robustos para destacar las diferencias en la significancia y magnitud de los efectos.

Tabla 4.

Estimadores de los modelos econométricos.

Variable Dependiente: Y log(simce)	Modelo (1) OLS	Modelo (2) OLS (Robustos)	Modelo (3) Panel Efectos Aleatorios	Modelo (4) Panel Efectos Aleatorios (Robustos)	Modelo (5) Panel Efectos Fijos	Modelo (6) Panel Efectos Fijos (Robustos)
Grupo Socioeconómico Bajo	-0.115*** (0.004)	-0.115*** (0.004)	-0.094*** (0.005)	-0.094*** (0.008)	-0.015** (0.007)	-0.015* (0.008)
Criminalidad comunal	-0.051*** (0.009)	-0.051*** (0.009)	-0.052*** (0.011)	-0.052*** (0.020)	0.021 (0.022)	0.021 (0.020)
Municipal	-0.040*** (0.005)	-0.040*** (0.005)	-0.053*** (0.007)	-0.053*** (0.013)	0.002 (0.025)	0.002 (0.013)
Convivencia	0.005*** (0.0005)	0.005*** (0.0005)	0.005*** (0.0004)	0.005*** (0.0004)	0.005*** (0.0004)	0.005*** (0.0004)
Violencia escolar	-0.0003 (0.0003)	-0.0003 (0.0003)	-0.0004* (0.0002)	-0.0004 (0.0002)	-0.001*** (0.0002)	-0.001*** (0.0002)
Amedrentamiento escolar	-0.003*** (0.0002)	-0.003*** (0.0002)	-0.001*** (0.0002)	-0.001*** (0.0002)	-0.0005** (0.0002)	-0.0005** (0.0002)
Constante	5.318*** (0.038)	5.318*** (0.038)	5.318*** (0.031)			
Observaciones	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950	1,950
R²	0.565	0.565	0.601	0.601	0.198	0.198
R² Ajustado	0.563	0.563	0.599	0.599	-0.619	-0.619

*Notas: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. Elaboración propia.*

5.5.1.1. Comparación de modelos

a) Modelos OLS (1) y (2)

Los modelos MCO revelan un impacto negativo y significativo del grupo socioeconómico bajo sobre el puntaje SIMCE (-0.115, $p < 0.01$), lo que implica que una mayor proporción de estudiantes en este grupo se asocia con una disminución del rendimiento académico. Del mismo modo, los colegios municipales muestran un rendimiento un 4% inferior, reflejando posibles desventajas estructurales.

La convivencia escolar tiene un efecto positivo y robusto (0.005, $p < 0.01$), mientras que el amedrentamiento tiene un impacto negativo (-0.003, $p < 0.01$). La criminalidad comunal también resulta significativa (-0.051, $p < 0.01$), lo que evidencia el efecto perjudicial del entorno urbano violento en el aprendizaje. En cambio, la violencia escolar no alcanza significancia estadística en estos modelos.

El R^2 ajustado de 0.563 sugiere un buen ajuste, aunque con margen para variables no consideradas.

b) Modelos de Panel de Efectos Aleatorios (3) y (4)

Los modelos de efectos aleatorios confirman la dirección de los efectos, aunque con coeficientes levemente atenuados. El impacto del grupo socioeconómico bajo se reduce a -0.094, pero sigue siendo altamente significativo. La desventaja de los colegios municipales aumenta (-0.053), al igual que se mantiene la relevancia de la criminalidad comunal (-0.052).

La violencia escolar permanece no significativa, mientras que convivencia y amedrentamiento conservan su dirección y significancia. El R^2 ajustado (0.599) indica un ajuste ligeramente superior al de los modelos MCO, probablemente por el control de heterogeneidad no observada.

c) Modelos de Efectos Fijos (5) y (6)

El modelo de efectos fijos revela un cambio importante: el impacto del grupo socioeconómico bajo se reduce drásticamente (-0.015, $p < 0.1$), y las variables Municipal y Criminalidad Comunal pierden significancia. Esto sugiere que sus efectos previos pueden deberse a características estructurales constantes entre colegios.

En contraste, la violencia escolar adquiere significancia estadística (-0.001, $p < 0.01$), evidenciando que las variaciones en el tiempo dentro de los colegios sí afectan el rendimiento académico. La convivencia y el amedrentamiento mantienen sus efectos, aunque con magnitudes menores.

El bajo R^2 ajustado (-0.619) refleja que el modelo capta sobre todo variaciones temporales, no entre unidades. No obstante, aporta evidencia sobre dinámicas internas que inciden en el desempeño académico.

6. CONCLUSIONES

Este estudio aborda una problemática contingente y de alta relevancia entorno a la inequidad del sistema educativo chileno: el impacto de la violencia escolar y la criminalidad comunal sobre el rendimiento académico de los estudiantes de educación secundaria. La evidencia internacional demuestra que la exposición a contextos violentos afecta negativamente la concentración, el bienestar emocional y el desempeño escolar, especialmente entre estudiantes con carencias socioeconómicas (Schwartz et al., 2022). No obstante, en el contexto chileno, aún persisten vacíos empíricos que llenar para comprender cómo estos factores interactúan y afectan resultados como el SIMCE.

Con el propósito de analizar los determinantes del rendimiento académico en segundo medio, este estudio utilizó una base de datos de panel censal que integra información de 975 establecimientos educativos de la Región Metropolitana de Santiago con resultados válidos en las pruebas SIMCE de Matemáticas y Lenguaje para los años 2018 y 2023. La variable dependiente corresponde al rendimiento académico, capturado mediante el puntaje promedio obtenido por colegio en el SIMCE, mientras que las variables explicativas capturan dimensiones relevantes del entorno escolar y comunal; como violencia escolar y criminalidad comunal.

En términos metodológicos, esta investigación es de tipo cuantitativa basada en la estimación de tres modelos econométricos para datos de panel —Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Aleatorios y Efectos Fijos—, controlando por factores relevantes como tipo de establecimiento, nivel y grupo socioeconómico bajo. Para corregir la presencia de heterocedasticidad se introdujeron errores estándar robustos y se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar la consistencia de los coeficientes estimados frente a diferentes especificaciones del modelo. Para integrar la escala territorial, se optó por una innovación metodológica; la construcción de un índice comunal de criminalidad, elaborado mediante análisis factorial a partir del agrupamiento de un conjunto de delitos graves. Su inclusión permitió vincular empíricamente la criminalidad comunal con el rendimiento académico, incorporando una perspectiva territorial en el análisis.

Uno de los aportes relevantes del estudio es la constatación de que factores estructurales de los colegios moderan la relación entre nivel socioeconómico y rendimiento académico. Al controlar por características constantes no observadas en los modelos de efectos fijos, el impacto negativo del grupo socioeconómico bajo disminuye, aunque persiste con significancia marginal. Esto sugiere que elementos del nivel escolar, como la gestión de los colegios, disponibilidad de recursos y el capital humano pueden moderar las desventajas sociales.

En relación con la escala territorial, la criminalidad comunal muestra un efecto negativo y significativo en los modelos de mínimos cuadrados ordinarios y de efectos aleatorios, pero pierde significancia en el modelo de efectos fijos. Esto sugiere que su impacto está condicionado por factores estructurales de los colegios. En contraste, la violencia escolar adquiere significancia únicamente en el modelo de efectos fijos, lo que evidencia una influencia dinámica que varía en el tiempo dentro de los establecimientos. Esto podría explicarse por la convivencia escolar, que actúa como un factor protector frente a condiciones adversas, como la pobreza o la violencia. Su efecto positivo y significativo refuerza la importancia de fortalecer ambientes escolares inclusivos y respetuosos, lo que coincide con lo señalado por Bowen y Bowen (1999), quienes destacan que la exposición a violencia puede alterar el comportamiento y desempeño académico, especialmente cuando no existen redes escolares de contención emocional.

Respecto al tipo de establecimiento, los efectos negativos asociados a los colegios municipales se desvanecen al controlar por heterogeneidad no observada, sugiriendo que las brechas de rendimiento responden más a diferencias estructurales e institucionales que a la dependencia administrativa. Por ello, sería más recomendable enfocar las políticas públicas en fortalecer la gestión escolar y el capital humano de los equipos, en lugar de impulsar reformas centradas en modificar la dependencia administrativa. Esta conclusión es coherente con lo planteado por Torrats-Espinosa (2021), quien sostiene que la desigualdad académica entre distritos escolares se explica principalmente por la calidad institucional y los recursos disponibles.

Los resultados subrayan la necesidad de abordar el rendimiento académico desde una perspectiva integral, considerando factores socioeconómicos, condiciones escolares e influencias exógenas como la criminalidad comunal.

A pesar de sus aportes, el estudio presenta algunas limitaciones. En primer lugar, la utilización de datos para un período de dos años impide analizar tendencias de largo plazo. Además, el índice de criminalidad comunal, al ser una medida agregada, puede no capturar adecuadamente las experiencias individuales de los estudiantes.

Futuras investigaciones podrían incorporar datos longitudinales de períodos más extensos de tiempo y modelos multinivel que distingan variaciones entre estudiantes, colegios y comunas. También sería pertinente incluir variables adicionales como el gasto municipal en educación y políticas de seguridad escolar, para evaluar cómo influyen en la relación entre violencia, nivel socioeconómico y rendimiento.

En suma, el estudio aporta evidencia empírica actual y contingente para un análisis crítico de las inequidades que enfrentan los estudiantes al rendir evaluaciones estandarizadas como el SIMCE en Chile. Un aporte novedoso radica en la incorporación del efecto de la criminalidad comunal como factor explicativo del rendimiento académico, lo que constituye una contribución original al debate sobre la inequidad estructural del sistema educativo chileno.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Calidad de la Educación. (2015). Evolución de las brechas socioeconómicas de rendimiento en pruebas SIMCE. Recuperado de http://archivos.agenciaeducacion.cl/estudios/Evolucion_brechas_socioeconomicas_de_rendimiento_en_pruebas_Simce.pdf
- Agencia de Calidad de la Educación. División de Estudios. (2015, agosto). Chile. *Evolución de las brechas socioeconómicas de rendimiento en pruebas SIMCE* [Informe técnico]. <https://hdl.handle.net/20.500.12365/4509>
- Agencia de Calidad de la Educación. (2018-2023). *Base de datos SIMCE-IDPS* [Conjunto de bases de datos]. Santiago, Chile.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2023). *Informe de resultados educativos 2022: Diagnóstico en un contexto de postpandemia*. <https://s3.amazonaws.com/archivos.agenciaeducacion.cl/Simce+2022+Informe+Resultados+Educativos+tomo+I.pdf>
- América Latina: Brechas de acceso y aprendizaje*. Revista Iberoamericana de Educación, 84(2), 34-55. <https://doi.org/10.1344/RIE2020.84.2>
- Anderson, D. M., Cesur, R., & Tekin, E. (2019). *Youth violence and academic performance: Evidence from school crime reports*. Journal of Human Resources, 54(2), 332-358. <https://doi.org/10.3368/jhr.54.2.1017.9050R>
- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2009). *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- Bellei, C. (2006). Equidad, calidad y reforma educativa en Chile: una mirada desde la educación pública. *Revista Pensamiento Educativo*, 38(1), 103–123.
- Bellei, C. (2013). El estudio de la segregación socioeconómica y académica de la educación chilena. *Estudios Pedagógicos*, 39(1), 325–345. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052013000100019>
- Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education* (pp. 241–258). Greenwood.
- Bowen, N. K., & Bowen, G. L. (1999). Effects of Crime and Violence in Neighborhoods and Schools on the School Behavior and Performance of Adolescents. *Journal of Adolescent Research*, 14(3), 319-342. <https://doi.org/10.1177/0743558499143003> (Original work published 1999)
- Bravo-Sanzana, M., Salvo-Garrido, S., Miranda-Vargas, H., & Bangdiwala, S. I. (2020). What school social climate factors affect mathematics performance in secondary school students? A multilevel analysis (¿Qué factores de Clima Social Escolar afectan el desempeño de Matemática en estudiantes secundarios? Un análisis multinivel). *Culture and Education*, 32(3), 506–528. <https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1785138>

- Burdick-Will, J. (2018). Neighborhood Violence, Peer Effects, and Academic Achievement in Chicago. *Sociology of Education, 91*(3), 205–223. <https://doi.org/10.1177/0038040718779063>
- Carrasco, A., Bogolasky, F., Flores, C., Gutiérrez, G., & San Martín, E. (2014). Selección de Estudiantes y Desigualdad Educativa en Chile: ¿Qué tan coactiva es la regulación que la prohíbe? Recuperado de http://www.ceppe.cl/images/stories/recursos/VF_Resumen_A_Carrasco_et_al_FONIDE_Seleccion_2014.pdf
- Centro de Estudios y Análisis del Delito (CEAD). (2024). *Tasa de delitos violentos por cada 100.000 habitantes en comunas del Gran Santiago* [Conjunto de datos]. <https://cead.spd.gov.cl/estadisticas-delictuales/>
- Cornell, D. G., & Mayer, M. J. (2010). Why Do School Order and Safety Matter? *Educational Researcher, 39*(1), 7–15. <https://doi.org/10.3102/0013189X09357616>
- Currie, J., & Tekin, E. (2015). Violence in the classroom: Evidence from the Boston Police Department. *American Economic Journal: Applied Economics, 7*(3), 273–299. [Referencia generada]
- Deole, S. S. (2018). Human capital consequences of violence in schools: Estimating the impact of violence in schools on education outcomes in Brazil. *Review of Development Economics, 22*(1), 287–310. <https://doi.org/10.1111/rode.12342>
- Espelage, D. L., Low, S., Polanin, J. R., & Brown, E. C. (2013). The Impact of a Middle School Program to Reduce Aggression, Victimization, and Sexual Violence. *Journal of Adolescent Health, 53*(2), 180–186. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.02.021>
- Galicia-Sánchez, J. J., Vázquez-Cano, G., & Ortega-Sánchez, D. (2023). *La educación híbrida en la formación inicial de docentes: Perspectivas y desafíos en el siglo XXI*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(2), 1-20. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/11737/17097>
- Gallardo, R. (2024, April 5). Seguridad: delitos de mayor connotación social disminuyen 25% en 10 años, pero homicidios van al alza. *La Tercera*. Recuperado de <https://www.latercera.com/la-tercera-sabado/noticia/seguridad-delitos-de-mayor-connotacion-social-disminuyen-25-en-10-anos-pero-homicidios-van-al-alza/OEQPJM7TN5F6RPG3D2IZGSIHGQ/>
- García, A., & Pérez, M. (2022). Crime and educational outcomes: A systematic review of recent studies. *Education and Society, 40*(2), 45–62. <https://doi.org/10.1016/j.edsoc.2022.104728>
- Gimenez, G., & Barrado, B. (2020). Exposure to crime and academic achievement: A case study for Costa Rica using PISA data. *Studies in Educational Evaluation, 65*. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100867>
- González-Moreno, M., Pérez, L., & Ramírez, S. (2023). Efectos de la violencia escolar en el rendimiento académico. *Journal of Educational Research, 56*(2), 123–145.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis* (7th ed.). Pearson.

- Harding, D. J. (2010). *Living the Drama: Community, Conflict, and Culture among Inner-City Boys*. University of Chicago Press.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024). *Proyecciones de población comunal por sexo y edad (series desde 2016)* [Conjunto de datos]. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>
- Lavy, V., & Schlosser, A. (2022). The impact of school violence on students' educational outcomes and behavior. *Journal of Public Economics*, 207, 104628. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2022.104628>
- Ministerio de Educación [MINEDUC]. (2020). Política Nacional de Convivencia Escolar 2020-2025. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.
- Ministerio de Educación de Chile. (2024). Política Nacional de Convivencia Escolar 2024-2030. <https://convivenciaparaciudadania.mineduc.cl/pnce2024-2030/>
- Mizala, R., & Torche, F. (2019). Condiciones de enseñanza y segregación escolar en Chile. *Estudios sobre la Educación*, 33(2), 255–276. [Referencia generada]
- Murillo, F. J., Duk, C., & Martínez-Garrido, C. (2018). Evolución de la segregación socioeconómica de las escuelas de América Latina [The evolution of socio-economic segregation of Latin American schools]. *Estudios Pedagógicos*, *44*(1), 157-179. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052018000100157>
- OECD. (2018). *Equity in Education: Breaking Down Barriers to Social Mobility*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264073234-en>
- OECD. (2021). *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/69096873-en>
- Prawda, J. (1993). Educational decentralization in Latin America: Lessons learned. *International Journal of Educational Development*, 13(3), 253–264. [https://doi.org/10.1016/0738-0593\(93\)90033-V](https://doi.org/10.1016/0738-0593(93)90033-V)
- Quiroz Reyes, C. (2020). Pandemia Covid-19 e Inequidad Territorial: El Agravamiento de las Desigualdades Educativas en Chile. *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*, 9(3). <https://revistas.uam.es/riejs/article/view/12143>
- Ruiz, M., González, L., & Sánchez, P. (2018). Impacto de la violencia en el rendimiento académico: Evidencia empírica. *Educación y Sociedad*, 30(1), 45–70.
- Schwartz, J., Johnson, S., & Thompson, R. (2005). The effects of school violence on student achievement. *Journal of School Health*, 75(7), 257–264.
- Sharkey, P. (2010). The acute effect of local homicides on children's cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(26), 11733–11738.

- Sharkey, P. T., Tirado-Strayer, N., Papachristos, A. V., & Raver, C. C. (2012). The Effect of Local Violence on Children's Attention and Impulse Control. *American Journal of Public Health, 102*(12), 2287–2293. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2012.300789>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2025). *Número de guardias, inspectores o vigilantes municipales en comunas de Santiago de Chile (datos de 2018 y 2023)* [Conjunto de datos]. Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM). https://datos.sinim.gov.cl/datos_municipales.php
- Subsecretaría de Prevención del Delito. (2023). *Informe nacional de víctimas de homicidios consumados en Chile 2023*. https://prevenciondehomicidios.cl/wp-content/uploads/2024/12/Informe_Anual_de-Homicidios_2023.pdf
- Thapa, A., Cohen, J., Guffey, S., & Higgins-D'Alessandro, A. (2013). A Review of School Climate Research. *Review of Educational Research, 83*(3), 357–385. <https://doi.org/10.3102/0034654313483907>
- Torrats-Espinosa, G. Crime and Inequality in Academic Achievement Across School Districts in the United States. *Demography 57*, 123–145 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13524-019-00850-x>
- UNESCO. (2017). *Global Education Monitoring Report 2017: Accountability in Education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245752>
- UNESCO. (2020, 4 de abril). *Inclusivity in Education: Tackling Inequalities and Promoting Quality Learning*. <https://www.unesco.org/en/articles/inclusivity-education-tackling-inequalities-and-promoting-quality-learning>
- UNESCO. (2024). Chile: School implements innovative student mediation programme to prevent violence. UNESCO. Recuperado de <https://www.unesco.org/en/articles/chile-school-implements-innovative-student-mediation-programme-prevent-violence>
- Wang, M.-T., & Degol, J. L. (2016). *School climate: A review of the construct, measurement, and impact on student outcomes*. *Educational Psychology Review, 28*(2), 315–352. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9319->
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (2nd ed.). MIT Press.

8. ANEXOS

ANEXO 1

SÍNTESIS PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA BASE DE DATOS

A continuación, se presenta el procedimiento seguido para la recolección, integración, tratamiento y validación de los datos utilizados. Se documentan las fuentes utilizadas, los criterios de inclusión y las transformaciones estadísticas aplicadas.

1. Recolección e integración de datos

La construcción de la base de datos para este estudio requirió un riguroso proceso de integración de datos provenientes desde múltiples fuentes oficiales, asegurando la consistencia temporal para el período estudiado (2018 y 2023) y la comparabilidad entre variables. Se utilizaron datos abiertos provistos por organismos públicos y otros de carácter reservado, solicitados a las instituciones correspondientes con fines estrictamente académicos.

La información fue organizada en una estructura de panel con observaciones por establecimiento educacional (código RBD) y año, lo que permitió analizar variaciones tanto intra como intercolegios. Las fuentes y bases de datos empleadas fueron las siguientes:

- Agencia de Calidad de la Educación: Resultados SIMCE en Lenguaje y Matemáticas para el nivel de Segundo Medio; Indicadores de Desarrollo Personal y Social (IDPS); y cuestionarios contextuales SIMCE respondidos por los estudiantes, que incluyen información sobre violencia escolar y aspectos socioeconómicos.
- Centro de Estudios y Análisis del Delito (CEAD): Estadísticas comunales de delitos de mayor connotación social, tales como homicidios, robos con violencia y violaciones.
- Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM) e Instituto Nacional de Estadísticas (INE): Información demográfica comunal, consistente en la población total y número de guardias municipales efectivos por comuna.

Con el propósito de contextualizar territorialmente el entorno de cada establecimiento, se vincularon variables comunales (por ejemplo, tasa de homicidios, población) al nivel de cada colegio, replicando los datos de acuerdo con la comuna de ubicación. Esto permitió incorporar una dimensión territorial y demográfica relevante al análisis.

2. Tratamiento y transformación de datos

El tratamiento de los datos se realizó siguiendo un protocolo estandarizado orientado a garantizar la validez y confiabilidad de la información. Las principales etapas seguidas fueron las siguientes:

2.1 Unificación de fuentes y formatos

Se estandarizaron los nombres de las variables y se homogenizó el formato de los registros para asegurar la coherencia entre las diferentes bases de datos. Se ajustaron los caracteres especiales y se normalizaron las escalas de ciertas variables sensibles al tiempo, como los índices de convivencia y violencia escolares, a fin de garantizar su comparabilidad entre los años 2018 y 2023.

2.2 Filtros y criterios de inclusión

Se incluyeron únicamente los establecimientos que contaban con información completa y válida para ambos años de análisis. Este filtro arrojó una base consolidada con 975 colegios por año, totalizando 1.950 observaciones. Se descartaron aquellos registros que presentaban datos faltantes en variables clave, como el puntaje SIMCE o los indicadores IDPS.

2.3 Construcción de variables

Se generaron índices compuestos para representar fenómenos complejos, como la violencia escolar, a partir de indicadores tales como amenazas y agresiones reportadas por los estudiantes. También se incorporaron variables de perfil sociodemográfico, como la proporción de estudiantes extranjeros y la proporción de mujeres por establecimiento, junto con variables binarias como la dependencia administrativa del colegio.

2.4 Transformaciones estadísticas

Se crearon variables dicotómicas para representar características institucionales, como la dependencia administrativa (municipal/no municipal), y se ajustaron los indicadores de criminalidad comunal para expresarlos en términos relativos o por cada 100.000 habitantes.

2.5 Control de calidad y validación

Se eliminaron registros duplicados y se verificó la unicidad por establecimiento y año. Se aplicaron procedimientos para el control de datos faltantes, manteniendo únicamente los casos con información completa en todas las variables relevantes. Además, se realizaron pruebas de consistencia descriptiva entre años para detectar posibles anomalías en las distribuciones de las variables.

3. Resultados del procesamiento y validación de la base de datos

La base consolidada final está compuesta por 1.950 observaciones, correspondientes a 975 colegios en los años 2018 y 2023, y un total de 22 variables. Esta estructura de datos tipo panel permite controlar por heterogeneidad no observada a nivel de establecimiento y explorar interacciones relevantes entre variables escolares (como el rendimiento académico y la violencia escolar) y comunales (como los niveles de criminalidad o la dotación de guardias).

4. Descripción de las Variables de la Base de Datos

A continuación, se presenta una Tabla con las variables consideradas en la base de datos ampliada, detallando su tipo u origen y descripción. Las variables delimitan factores educativos, socioeconómicos y de criminalidad y seguridad comunal.

Tabla 1
Descripción de Variables de la Base de Datos

Índice	Variable	Tipo de Fuente	Descripción
1	year	Llave	Año evaluado, pudiendo ser 2018 o 2023.
2	municipio	Llave	Municipio donde se encuentra el colegio. Sólo se consideran municipios del Gran Santiago.
3	rbd	Llave	Código identificador único del colegio.
4	simce	Colegio	Promedio del SIMCE (Lenguaje y Comunicación y Matemáticas) por colegio.
5	municipal	Colegio	Variable dummy: 1 si el colegio es municipal, 0 en caso contrario.

Índice	Variable	Tipo de Fuente	Descripción
6	grupo_soc	Colegio	Clasificación socioeconómica del colegio (1 = Bajo, 2 = Medio Bajo, 3 = Medio, 4 = Medio Alto, 5 = Alto).
7	convivencia	Colegio	Clima de convivencia escolar en una escala de 0 a 100 (0 = peor clima, 100 = mejor clima).
8	guardias	Comuna	Número de guardias municipales que trabajan en la comuna correspondiente.
9	poblacion	Comuna	Número de habitantes de la comuna.
10	hurtos	Comuna	Número de hurtos por cada 100.000 habitantes.
11	robo_violencia	Comuna	Número de robos con violencia por cada 100.000 habitantes.
12	robo_vehiculo	Comuna	Número de robos de vehículos por cada 100.000 habitantes.
13	robo_hab	Comuna	Número de robos en lugar habitado por cada 100.000 habitantes.
14	robo_no_hab	Comuna	Número de robos en lugar no habitado por cada 100.000 habitantes.
15	robo_sorpresa	Comuna	Número de robos con sorpresa por cada 100.000 habitantes.
16	violaciones	Comuna	Número de violaciones por cada 100.000 habitantes.
17	homicidios	Comuna	Número de homicidios por cada 100.000 habitantes.
18	extranjeros	Colegio	Porcentaje de estudiantes extranjeros o con padres extranjeros por colegio.
19	gen_fem	Colegio	Porcentaje de estudiantes de género femenino por colegio.
20	violencia_esc	Colegio	Promedio del colegio expresado en una escala de 1 a 100, obtenida a partir de una transformación lineal desde una escala original de Likert de frecuencia de las preguntas referidas a intimidación o agresión física. Adaptada de los datos _cest del SIMCE (preguntas cest_p11_05 y cest_p11_06 de 2023 y cest_p13_01 de 2018).
21	amedrenta_esc	Colegio	Promedio de amenazas del colegio expresado en una escala de 1 a 100, obtenida a partir de una transformación lineal desde una escala original de Likert de frecuencia de las preguntas referidas a ser testigo de amenazas. Adaptada de los datos _cest del SIMCE (preguntas cest_p11_07 y cest_p12_02 de 2023 y cest_p11_03 de 2018).
22	criminalidad_comunal	Comuna	Índice normalizado de violencia comunal construido mediante AFE con rotación Varimax, basado en delitos de alta connotación social (robo con violencia, homicidios y violaciones) agrupados en un único factor significativo.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

ESPECIFICACIÓN DE LOS MODELOS ECONOMETRÍCOS

Para el análisis cuantitativo se emplearon tres modelos econométricos complementarios con errores estándar robustos- Mínimos Cuadrados Ordinarios, Efectos Aleatorios y Efectos Fijos- que capturan diferentes dimensiones del fenómeno estudiado, de acuerdo con las variables consideradas.

La definición compartida de términos es la siguiente:

- **$\ln(\text{SIMCE}_{it})$** : Logaritmo natural del puntaje SIMCE del colegio i en el año t (variable dependiente).
- **β_0** : Intercepto del modelo (valor esperado cuando todas las variables independientes son cero).
- **β_1 a β_6** : Coeficientes que miden el efecto marginal de cada variable independiente sobre el log-SIMCE.
- **GSBajo_{it}** : Proporción de estudiantes de grupo socioeconómico bajo en el colegio i , año t .
- **$\text{CriminalidadComunal}_{it}$** : Índice de criminalidad en la comuna donde se ubica el colegio i en el año t .
- **Municipal_i** : Variable binaria (=1 si el colegio i es de dependencia municipal; invariante en el tiempo).
- **Convivencia_{it}** : Indicador de clima de convivencia escolar en el colegio i , año t .
- **$\text{ViolenciaEscolar}_{it}$** : Índice de violencia al interior del colegio i en el año t .
- **$\text{Amedrentamiento}_{it}$** : Medida de situaciones de amenaza o amedrentamiento en el colegio i , año t .

A continuación, se presenta la descripción y las especificaciones de cada modelo:

- a) **Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS)**: Proporciona una primera aproximación lineal a la relación entre el puntaje SIMCE y las variables explicativas. Sus limitaciones implican la asunción de independencia, homocedasticidad y normalidad en los errores. Por otra parte, se asume que no existen factores inobservables que influyan simultáneamente en las variables. El modelo sigue la siguiente ecuación:

$$\ln(\text{SIMCE}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{GSBajo}_{it} + \beta_2 \cdot \text{CriminalidadComunal}_{it} + \beta_3 \cdot \text{Municipal}_i + \beta_4 \cdot \text{Convivencia}_{it} + \beta_5 \cdot \text{ViolenciaEscolar}_{it} + \beta_6 \cdot \text{Amedrentamiento}_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

ε_{it} : Término de error, estimado con errores estándar robustos.

- b) **Modelo de Efectos Fijos (FE)**: Controla por características inobservables y constantes dentro de cada colegio, como infraestructura y cultura institucional mediante la inclusión de términos de efectos fijos específicos para cada establecimiento. Para este modelo su limitación no permite estimar la influencia de las características invariantes en el tiempo de cada colegio, puesto que estos efectos son absorbidos por los efectos fijos individuales. Presenta la siguiente ecuación:

$$\ln(\text{SIMCE}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{GSBajo}_{it} + \beta_2 \cdot \text{CriminalidadComunal}_{it} + \beta_3 \cdot \text{Municipal}_{it} + \beta_4 \cdot \text{Convivencia}_{it} + \beta_5 \cdot \text{ViolenciaEscolar}_{it} + \beta_6 \cdot \text{Amedrentamiento}_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Donde:

μ_i : Efecto fijo específico del colegio i.

ε_{it} : Término de error idiosincrático estimado con errores estándares robustos.

- c) **Modelo de Efectos Aleatorios (RE)**: Este modelo asume que las diferencias no observadas entre colegios (como características estructurales o institucionales) son aleatorias y no están correlacionadas con las variables explicativas. Por ende, su principal limitación es la validez de la no correlación. Tiene la siguiente ecuación:

$$\ln(\text{SIMCE}_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{GSBajo}_{it} + \beta_2 \cdot \text{CriminalidadComunal}_{it} + \beta_3 \cdot \text{Municipal}_i + \beta_4 \cdot \text{Convivencia}_{it} + \beta_5 \cdot \text{ViolenciaEscolar}_{it} + \beta_6 \cdot \text{Amedrentamiento}_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Donde:

u_i : Efecto aleatorio específico del colegio i (heterogeneidad no observable que varía entre colegios, pero es constante en el tiempo), donde $u_i \sim N(0, \sigma_u^2)$.

ε_{it} : Término de error idiosincrático, estimado con errores estándares robustos, que varía tanto entre colegios como en el tiempo, donde $\varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

ANEXO 3

VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS ESTADÍSTICOS Y JUSTIFICACIÓN DEL MODELO

Con el fin de validar la idoneidad del modelo econométrico estimado, se aplicaron pruebas de especificación que permiten evaluar los supuestos clásicos de la regresión lineal y de los modelos de datos de panel. El análisis se realiza sobre un panel con 1.950 observaciones organizadas por colegio para los años 2018 y 2023. Se verificó la presencia de efectos individuales y temporales, así como posibles problemas de heterocedasticidad, autocorrelación, no normalidad de residuos y multicolinealidad.

Los resultados justifican el uso de un modelo de efectos fijos por colegio con errores estándar robustos. Este modelo es consistente ante la heterogeneidad no observada correlacionada con los predictores, y permite corregir distorsiones derivadas de problemas en los residuos.

1. Selección del modelo de datos de panel

1.1. Comparación entre efectos fijos y efectos aleatorios: Test de Hausman

Se aplicó el test de Hausman para contrastar la consistencia del modelo de efectos aleatorios frente al modelo de efectos fijos.

- Estadístico $\chi^2 = 868.87$
- Grados de libertad = 6
- p-valor = $< 2.2e-16$

El p-valor extremadamente bajo permite rechazar la hipótesis nula de consistencia del modelo de efectos aleatorios. Esto indica correlación entre los efectos individuales no observados y las variables explicativas, por lo que se concluye que el modelo de efectos fijos por colegio es el más adecuado.

2. Evaluación de supuestos clásicos

2.1 Heterocedasticidad: Prueba de Breusch-Pagan

La prueba de Breusch-Pagan fue aplicada a los tres modelos (MCO, EF y EA) para verificar la homocedasticidad de los residuos.

- Estadístico $\chi^2 = 44.82$
- Grados de libertad = 6
- p-valor = 5.08×10^{-8}

Dado el bajo p-valor, se concluye que existe heterocedasticidad. Por lo tanto, se utilizaron errores estándar robustos para garantizar la validez de las inferencias estadísticas.

2.2 Presencia de efectos individuales: Prueba LM de Breusch-Pagan

Esta prueba evalúa si los efectos individuales son significativos, lo que justificaría el uso de un modelo de datos de panel frente a una regresión simple.

- Estadístico $\chi^2 = 368.49$

- Grados de libertad = 1
- p-valor = $< 2.2e-16$

El rechazo de la hipótesis nula valida el uso de modelos de panel, ya que los efectos individuales no pueden considerarse aleatorios ni irrelevantes.

2.3 Presencia de efectos de tiempo: Prueba LM para efectos temporales

Se evaluó la necesidad de incorporar efectos fijos por año.

- Estadístico $\chi^2 = 0.0013$
- Grados de libertad = 1
- p-valor = 0.9714

El alto p-valor impide rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que los efectos de año no son significativos. Por tanto, no se incorporaron efectos fijos de tiempo.

3. Comprobaciones adicionales de supuestos

3.1 Normalidad de los residuos: Prueba de Jarque-Bera

Se aplicó la prueba de Jarque-Bera a los residuos de los tres modelos:

- MCO: JB = 31.84 | p-valor = 1.22×10^{-7}
- EA: JB = 18.83 | p-valor = 8.13×10^{-5}
- EF: JB = 15.27 | p-valor = 0.00048

En todos los casos se rechaza la normalidad de los residuos. Aunque este resultado no invalida los estimadores, sí justifica el uso de errores estándar robustos para asegurar la validez de los estadísticos de prueba.

3.2 Autocorrelación: Test de Durbin-Watson y Test de Wooldridge

- MCO (Durbin-Watson): DW = 1.35 | p-valor = $2.2e-16$
- EA (Wooldridge): $\chi^2 = 0.45$ | p-valor = 0.5035
- EF (Wooldridge): $\chi^2 = 474.1$ | p-valor = $< 2.2e-16$

Se detecta autocorrelación positiva en los modelos MCO y EF. En cambio, no se evidencia autocorrelación en el modelo EA. Esto refuerza la necesidad de usar errores robustos en los modelos afectados.

3.3 Multicolinealidad: Factor de Inflación de Varianza (VIF)

El diagnóstico de multicolinealidad se realizó sobre el modelo MCO:

- Máximo VIF = 2.032 (variable: amenazas escolares)
- Todos los VIF < 5

Los resultados indican niveles bajos de colinealidad entre los predictores, descartando problemas graves de multicolinealidad.

ANEXO 4

ANÁLISIS BIVARIADO Y PREPARACIÓN DE DATOS

1. Correlaciones

Tabla 1
Matriz de Correlaciones

Variable	simce	municipal	grupo_soc	convivencia	guardias	poblacion	hurtos	robo_violencia	robo_vehiculo	robo_hab	robo_no_hab	robo_sorpresas	violaciones	homicidios	amenazas_esc	violencia_esc	extranjereros	gen_fem
simce	-	- 31 %	72 %	43 %	13 %	- 1%	20 %	- 20 %	- 6%	4%	7%	0%	- 30 %	- 25 %	- 58 %	- 23 %	- 13 %	15 %
municipal	31 %	-	33 %	16 %	2%	- 5%	0%	4%	1%	3%	9%	5%	4%	3%	22 %	6%	26 %	- 9%
grupo_soc	72 %	- 33 %	-	22 %	20 %	2%	29 %	- 20 %	- 1%	2%	10 %	7%	- 37 %	- 35 %	- 49 %	- 13 %	0%	8%
convivencia	43 %	- 16 %	22 %	-	- 4%	12 %	- 7%	13 %	10 %	- 5%	- 6%	- 7%	12 %	- 1%	54 %	21 %	7%	5%
guardias	13 %	2%	20 %	- 4%	-	17 %	48 %	17 %	21 %	- 7%	31 %	41 %	3%	18 %	11 %	11 %	11 %	4%
poblacion	- 1%	- 5%	2%	- 12 %	17 %	-	6%	11 %	- 1%	- 36 %	- 35 %	17 %	15 %	1%	3%	5%	- 4%	1%
hurtos	20 %	0%	29 %	- 7%	48 %	6%	-	32 %	38 %	14 %	54 %	67 %	- 11 %	- 19 %	- 18 %	- 19 %	16 %	7%
robo_violencia	- 20 %	4%	20 %	- 13 %	17 %	11 %	32 %	-	77 %	- 27 %	25 %	71 %	49 %	48 %	13 %	1%	20 %	1%
robo_vehiculo	- 6%	1%	- 1%	- 10 %	21 %	- 1%	38 %	77 %	-	- 16 %	29 %	52 %	18 %	21 %	3%	- 2%	15 %	3%
robo_hab	4%	3%	2%	- 5%	- 7%	- 36 %	14 %	- 27 %	- 16 %	-	51 %	25 %	20 %	34 %	13 %	37 %	31 %	3%

robo_no_hab	7%	9%	10%	-6%	31%	-35%	54%	25%	29%	51%	-	42%	5%	-17%	-9%	-19%	2%	4%
robo_sorpre	0%	5%	7%	-7%	41%	17%	67%	71%	52%	-25%	42%	-	27%	21%	1%	3%	36%	4%
violaciones	-30%	4%	-37%	-12%	3%	15%	-11%	49%	18%	-20%	5%	27%	-	56%	24%	15%	-1%	-4%
homicidios	-25%	3%	-35%	-1%	18%	1%	19%	48%	21%	-34%	17%	21%	56%	-	22%	20%	7%	-5%
amedrenta_esc	-58%	22%	-49%	-54%	11%	3%	18%	13%	3%	13%	-9%	1%	24%	22%	-	45%	7%	18%
violencia_esc	-23%	6%	-13%	-21%	11%	5%	19%	1%	-2%	-37%	19%	3%	15%	20%	45%	-	20%	-34%
extranjeros	-13%	26%	0%	7%	11%	-4%	16%	20%	15%	-31%	2%	36%	-1%	7%	7%	20%	-	-6%
gen_fem	15%	-9%	8%	5%	4%	1%	7%	1%	3%	3%	4%	4%	-4%	-5%	-18%	-34%	-6%	-

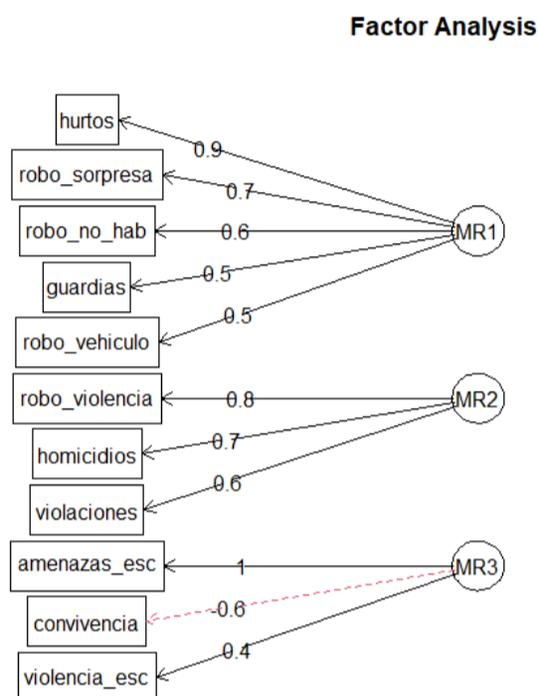
Fuente: Elaboración propia

2. Análisis Factorial Exploratorio (AFE) de Variables Comunes

Se llevó a cabo un Análisis Factorial Exploratorio (AFE) para identificar estructuras latentes en las variables relacionadas con la criminalidad y el entorno escolar. Se extrajeron tres factores principales basados en autovalores mayores a 1, explicando en conjunto el 56% de la varianza total

Gráfica 1

Saturaciones del Análisis Factorial Exploratorio (AFE).



Fuente: Elaboración propia.

Factor 1 (MR1): Explica el 23,1% de la varianza total, y representa variables relacionadas con delitos contra la propiedad y la seguridad comunal, con fuertes cargas factoriales en hurtos (0.89), robos con sorpresa (0.73) y robos no habitacionales (0.60).

Factor 2 (MR2): Explica el 19,2% de la varianza total y agrupa los delitos violentos y de mayor connotación social, con altas cargas en robos con violencia (0.85), homicidios (0.74) y violaciones (0.60).

Factor 3 (MR3): Explica el 13,7% de la varianza total y está asociado a factores demográficos y de seguridad pública, incluyendo el número de guardias de seguridad y el tamaño poblacional de la comuna.

Este análisis confirmó la existencia de dimensiones diferenciadas dentro del entorno comunal, sugiriendo que los delitos de mayor violencia están más estrechamente relacionados entre sí.

1.1 Construcción de índice de Criminalidad

Se construyó un índice continuo a partir del Factor 2 (MR2), que representa con claridad los delitos de mayor violencia, que potencialmente podrían impactar en el ámbito educativo.

Para cada comuna, se calcularon puntajes factoriales como combinación lineal ponderada de las variables estandarizadas por sus respectivas cargas factoriales. El índice resultante fue posteriormente normalizado con media 0 y desviación estándar 1, lo que permite interpretar los valores como desviaciones estándar respecto al promedio comunal de criminalidad. Así, un valor positivo indica que la comuna presenta un nivel de criminalidad violenta por sobre el promedio, mientras que un valor negativo refleja un nivel inferior al promedio comunal. Este índice, denominado *Criminalidad Comunal_i*, se incorpora en los modelos econométricos como una variable continua que representa el nivel relativo de criminalidad en la comuna del colegio *i*.

ANEXO 5

ANÁLISIS COMPLEMENTARIO: CLUSTERING Y PRUEBA U DE MANN-WHITNEY

1. Análisis de Agrupamiento (Clustering) mediante K-means

El análisis de agrupamiento se realizó utilizando el algoritmo K-means, con el objetivo de identificar perfiles diferenciados de establecimientos educativos a partir de variables sociodemográficas, educacionales y contextuales. El procedimiento permitió establecer cinco perfiles distintos, los cuales agrupan establecimientos con características comunes en cuanto a rendimiento académico (puntaje SIMCE), entorno escolar y niveles de criminalidad comunal.

Perfil 1: Bajo Rendimiento SIMCE y Alta Prevalencia de Estudiantes en Escuelas Municipales

- **Puntaje SIMCE promedio:** 243.76 (el más bajo).
- **Proporción de estudiantes en colegios municipales:** 25% (la más alta).
- **Nivel socioeconómico promedio:** 2.60.
- **Convivencia escolar:** 71.20 (la más baja).
- **Amenazas escolares:** 36.20 (la más alta).
- **Criminalidad comunal:**
 - Hurtos: 558.17
 - Robos con violencia: 476.37
 - Homicidios: 3.08 (tercera tasa más alta)

Perfil 2: Rendimiento SIMCE Moderadamente Bajo y Contexto de Alta Criminalidad Violenta

- **Puntaje SIMCE promedio:** 251.68.
- **Proporción de estudiantes en colegios municipales:** 15%.
- **Nivel socioeconómico promedio:** 2.28.
- **Convivencia escolar:** 75.96.
- **Presencia de guardias de seguridad municipal:** 18.54 (segunda más baja).
- **Criminalidad comunal:**
 - Robos con violencia: 652.18 (segunda más alta)
 - Violaciones: 23.58 (la más alta entre los perfiles)

Perfil 3: Rendimiento Académico Intermedio y Contexto de Alta Criminalidad

- **Puntaje SIMCE promedio:** 251.48.
- **Proporción de estudiantes en colegios municipales:** 20%.
- **Nivel socioeconómico promedio:** 2.73.
- **Convivencia escolar:** 74.71.
- **Amenazas escolares:** 29.32.
- **Criminalidad comunal:**
 - Robos con violencia: 1118.77 (la más alta)
 - Hurtos: 974.21 (segunda más alta)

Perfil 4: Rendimiento SIMCE Elevado y Bajo Nivel de Criminalidad

- **Puntaje SIMCE promedio:** 283.08 (el más alto).
- **Proporción de estudiantes en colegios municipales:** 9% (la más baja).
- **Nivel socioeconómico promedio:** 3.83 (el más alto).
- **Convivencia escolar:** 77.94 (la más alta).
- **Amenazas escolares:** 16.44 (la más baja).
- **Violencia escolar:** 7.33 (la más baja).
- **Presencia de guardias de seguridad:** 55.68.
- **Criminalidad comunal:**
 - Homicidios: 2.03 (la más baja)
 - Violaciones: 13.72

Perfil 5: Rendimiento SIMCE Elevado y Entornos de Alta Criminalidad

- **Puntaje SIMCE promedio:** 274.27.
- **Proporción de estudiantes en colegios municipales:** 22% (segunda más alta).
- **Nivel socioeconómico promedio:** 3.79.
- **Convivencia escolar:** 73.40.
- **Presencia de guardias de seguridad:** 336.49 (la más alta).
- **Criminalidad comunal:**
 - Robos con violencia: 1024.80
 - Robos sorpresa: 955.93
 - Homicidios: 2.90

A continuación, se presenta la tabla con los resultados del clustering, dada su extensión se divide en dos partes, aunque es parte del mismo agrupamiento.

Tabla 1

Parte 1: Agrupamiento de Variables del Ámbito Escolar

Perfil	Simce	Mun.	G_Soc	Conviv.	Amedr_Esc	Viol_Esc	Extranj.	Gen_Fem	N
1	243.76	0.25	2.60	71.20	36.30	15.39	0.11	0.48	579.00
2	251.68	0.15	2.28	75.96	28.92	13.71	0.12	0.49	369.00
3	251.48	0.20	2.73	74.71	29.32	12.24	0.20	0.50	308.00
4	283.08	0.09	3.83	77.94	16.44	7.33	0.12	0.54	576.00
5	274.27	0.22	3.79	73.40	22.33	8.56	0.18	0.54	118.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 1

Parte 2: Agrupamiento de variables del entorno comunal (Ámbitos criminalidad y demográfico)

Perfil	Población	Guardias	Hurtos	R_Viol.	R_Vehíc.	R_Hab.	R_No_Hab	R_Sorp.	Violac.	Homic.
1	320541.17	41.15	558.17	476.37	131.01	198.49	167.05	148.69	18.84	3.08
2	233823.24	18.54	388.55	652.18	161.46	157.08	139.79	159.00	23.58	7.78
3	251729.12	12.28	974.21	1118.77	274.97	160.67	235.74	643.73	22.84	6.11

4	255437.76	55.68	762.86	386.86	130.51	230.59	185.29	144.68	13.72	2.03
5	317622.19	336.49	2639.75	1024.80	285.36	217.50	385.52	955.93	21.84	2.90

Fuente: Elaboración Propia

2. Comparación Temporal mediante Prueba de U de Mann-Whitney

Para evaluar diferencias significativas entre los años 2018 y 2023, se aplicó la prueba de U de Mann-Whitney, una técnica no paramétrica apropiada para comparar distribuciones sin asumir normalidad. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 2.
Comparación de medianas de las variables de análisis entre 2018 y 2023

Variable	Media 2018	Media 2023	Valor p	Variación (%)
guardias	41.27	28.65	0.4424	-30.59
homicidios	3.66	5.13	0.0465	40.22
hurtos	739.7	493.77	0.0011	-33.24
poblacion	155403	168599.5	0.552	8.5
robo_hab	267.96	162.88	0	-39.21
robo_no_hab	240.91	182.27	0.0031	-24.32
robo_sorpresa	199.45	231.48	0.9183	16.06
robo_vehiculo	152.86	152.44	0.8582	-0.27
robo_violencia	569.85	569.86	0.9971	0
violaciones	18.57	21.01	0.1634	13.15
amenazas_esc	24.82	29.36	0	18.28
convivencia	74.1	75.46	0	1.83
extranjeros	0.1	0.17	0	74.77
gen_fem	0.51	0.5	0.0028	-2.68
simce	260.3	259.58	0.663	-0.28
violencia_esc	7.45	16.11	0	116.27

Fuente: Elaboración propia.

Principales hallazgos:

- Se observó un aumento significativo en los homicidios ($p = 0.0465$), con un alza del 40.22%, lo que refuerza la hipótesis de un deterioro en las condiciones de seguridad comunal.
- Se registró una disminución significativa en delitos contra la propiedad, como hurtos (-33.24%) y robos en lugar habitado (-39.21%), lo que podría sugerir un desplazamiento hacia delitos más violentos.
- La violencia escolar mostró un incremento significativo del 116.27% ($p < 0.0001$), sugiriendo una posible relación con el aumento de la criminalidad comunal.
- Se mantuvieron estables variables estructurales como población y puntaje SIMCE, lo que indica la persistencia de ciertos factores invariables entre ambos años.

Estos resultados permiten fortalecer la interpretación de los efectos del contexto comunal sobre el entorno escolar y el rendimiento académico, resaltando la importancia de considerar tanto variables internas como externas en los análisis de políticas educativas.

