

11º ENCUENTRO SOCIEDAD
CHILENA DE POLÍTICAS
PÚBLICAS

10 de Enero, 2020



Zonas de Sacrificio Ambiental y efectos sobre rendimiento escolar infantil.

Martin Zimmermann & Nashla Manzur

Resumen

El siguiente trabajo examina el impacto de estudiar en un establecimiento localizado en una Zona de Sacrificio industrial de Chile, sobre el rendimiento escolar infantil. Se analizará cómo la exposición a niveles de contaminación en etapas determinantes del desarrollo cognitivo y neuronal, impactan en la formación del capital humano. El estudio se llevó a cabo con la información recopilada de las principales termoeléctricas ubicadas en las zonas de Tocopilla, Taltal, Coronel y Mejillones, entre los años 2000 y 2017. En primer lugar, el trabajo ofrece un análisis descriptivo de los establecimientos educativos ubicados en estas zonas. En segundo lugar, se utiliza el método de diferencias en diferencias para contrastar los grupos de tratamiento y control, encontrados mediante el método de Propensity score matching con los 3 vecinos más cercanos, antes y después de la puesta en marcha de la termoeléctrica en la zona. Finalmente, se hace un análisis incluyendo efectos fijos y aleatorios, para controlar por características no observables de los distintos establecimientos y variables temporales. Encontramos efectos negativos y significativos de estudiar en Zonas de Sacrificio, sobre el puntaje SIMCE de los estudiantes de 4 básico. Esto puede llegar a traducirse en posibles desigualdades futuras, ya sea en configuración de capital humano, nivel de riqueza, acceso a oportunidades laborales y académicas en el mediano y largo plazo.

Keywords: Desarrollo cognitivo, rendimiento académico, contaminación, externalidades, desigualdad.

1. Introducción.

En el siguiente trabajo examinaremos los efectos de vivir en una zona industrial de Chile, con la presencia de una o más termoeléctricas, (de ahora en adelante catalogadas como Zonas de Sacrificio) sobre el rendimiento escolar infantil. Partiendo de la base de que vivir en Zonas de Sacrificio puede llegar a ser perjudicial para la salud, debido a los altos niveles de contaminación que enfrenta la población que reside en la cercanía de estos sectores industriales, que como veremos más adelante se ven mas potenciados en los primeros años de vida. Además, estos efectos en salud pueden extrapolarse a otras dimensiones del desarrollo de la población, ya sea en su desarrollo de capital humano, acceso a oportunidades, sugestión, entre otras, que pueden llegar a afectar el rendimiento escolar.

La principal contribución de esta investigación es la cuantificación de los efectos de estudiar en una zona de sacrificio sobre rendimiento escolar mediante un cuasiexperimento, lo que ayuda a apartar posibles colinealidades entre las variables. Esto se llevará a cabo, estimando mediante un modelo de diferencias en diferencias, interactuando un indicador sobre si el colegio se encuentra en una Zona de Sacrificio y otro dependiendo el año, para cada cohorte. Además, incluimos efectos fijos por colegio y por año, para controlar por características no observables de estos.

Dentro de nuestra investigación, nos enfocaremos en los efectos de mediano plazo en el output escolar del grupo de infantes, específicamente desde la etapa de lactancia hasta los primeros 5 a 6 años de vida, ya que como explicaremos en profundidad más adelante, este grupo se ve afectado en mayor medida por vivir en una Zona de Sacrificio. Esto se debe a que, en esta primera etapa se maximizan los efectos negativos de la exposición a contaminantes sobre el desarrollo de habilidades cognitivas y neuronales (Grand-jean & Landrigan, 2014) y es el grupo donde se logran maximizar los retornos de inversión en capital humano de largo plazo (Heckman & Carneiro, 2003).

Para llevar a cabo esta investigación, utilizamos datos del RETC (Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes), que contiene información de toda las termoeléctricas activas en Chile, en conjunto con la base de datos del SIMCE, la que contiene los respectivos puntajes por establecimiento y la encuesta de padres, esta última contiene información de caracterización familiar,

En el estudio encontramos que la exposición a con-

taminantes a temprana edad afecta negativamente el rendimiento escolar, lo que se puede ver en una disminución de casi un 12 % en el rendimiento en Matemáticas y casi un 6 % en el SIMCE de Lenguaje, para los cursos de 4 básico. Este efecto negativo y significativo se puede ver en los distintos modelos realizados y con las diversas especificaciones, lo que respalda los resultados encontrados. Esto implica que a largo plazo se traduzca en una desigualdad de oportunidades y una distorsión en la configuración de un capital humano óptimo.

En los siguientes párrafos haremos una revisión de literatura, para entregar un contexto sobre los distintos asentamientos en Zonas de Sacrificio y posibles efectos negativos en desarrollo cognitivo y neuronal. Luego, se presentarán los hechos estilizados sobre nuestra hipótesis a desarrollar a lo largo de esta investigación. Además, demostraremos la relevancia de esta hipótesis en la actualidad del país, para posteriormente poder entregar nuestro modelo económico en base a esto. Después, analizaremos detalladamente la configuración de nuestra base de datos que nos servirá para el desarrollo de nuestro modelo empírico, sustentado en un modelo de diferencias en diferencias, efectos fijos y efectos aleatorios. Finalmente, desarrollaremos una estadística descriptiva de la población con la cuál estamos trabajando, para luego dar curso a los resultados más importantes que determinan nuestra conclusión sobre la investigación.

1.1. Antecedentes y Hechos Estilizados

Hace no más de un par de décadas comenzó a estar en tela de juicio el beneficio económico y social real que tiene la industria del carbón sobre las comunidades aledañas. Es por esto también que muchas de estas industrias pasaron de situarse en las mismas ciudades a hacerlo en localidades alejadas y fuera de la palestra pública, donde surgieron las denominadas *Zonas de Sacrificio Ambiental*.

Tal como lo define el grupo ambiental OCEANA, se entiende que por *Zona de Sacrificio* nos referimos a sectores geográficos de alta concentración industrial, en los que se ha priorizado el establecimiento de polos industriales por sobre el bienestar de las personas y el medio ambiente. Un concepto acuñado específicamente por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), la define como; *zonas de bajos ingresos, en los cuales se han instalado industrias declarando intenciones de desarrollo, además de me-*

jas en las condiciones de trabajo y vida para sus habitantes. Sin embargo, sus habitantes alegan que la contaminación ha degradado su salud y bienestar, además de deteriorar ecosistemas marinos y terrestres necesarios para su bienestar y desarrollo económico local.

Pero, ¿Por qué es relevante nuestra Pregunta de Investigación?. En la basta mayoría de la investigación académica acerca de este tema se ha puesto el foco principalmente en los perjuicios para la salud respiratoria e infecciosa a la que se ven expuestas estas comunidades, además de su condición socioeconómica. Según el grupo OCEANA, estas zonas están caracterizadas por *habitantes que generalmente viven en situación de pobreza y carecen de redes políticas para defenderse de la instalación de nuevas empresas. La carga de contaminación en estas zonas es muy superior a la de otras localidades costeras que gozan de una condición socioeconómica más acomodada y poseen la capacidad e influencia para evitar que estos polos industriales se construyan cerca*. Disparidades en riqueza y poder se entienden como factores que han llevado a desigualdades sobre las cargas medioambientales y cómo se distribuye en la población (Scott & Smith, 2017). La pobreza está correlacionada con una mayor exposición a los riesgos medioambientales para la salud. Además, la pobreza también puede agravar los efectos dañinos de la contaminación atmosférica en la salud, al limitar el acceso a la información, al tratamiento y a otros recursos de asistencia sanitaria (OMS, 2018). Esto último se debe tener en cuenta para identificar posibles endogeneidades, sobre una situación ex-ante al asentamiento de una termoelectrica en el estudio.

Por lo tanto, estas zonas se ven expuestas a altas concentraciones de distintos tipos de contaminantes que son emitidos y desechados por estas industrias, que también pueden afectar la calidad del agua que consumen o aire que respiran. A su vez, las comunidades reclaman que esta realidad ha derivado en un constante empobrecimiento a nivel de vulneración de sus derechos, puesto que afecta directamente la forma en que realizan sus actividades diarias y como se desenvuelven en el ámbito escolar y/o profesional.

Por otro lado, en los últimos años, y de la mano de las mejoras en el campo de la neurología, se ha empezado a estudiar los efectos que conlleva la alta exposición a ciertos contaminantes a nivel cognitivo. Dentro de la población afectada, la parte con mayor propensión a tener efectos en este ámbito debido a la exposición a ciertos tipos de neurotoxinas, es el **segmento infantil en sus etapas prenatales y postnatales**,

pues se encuentran en un período crítico de desarrollo (Currie, Neidell & Schmieder, 2008).

Los niños son especialmente vulnerables durante el desarrollo fetal y en sus primeros años de vida, cuando los pulmones, los órganos y el cerebro están todavía en desarrollo. Respiran más rápidamente que los adultos, aspirando más aire y, por tanto, más contaminantes. Además, éstos suelen pasar mucho tiempo fuera de casa, jugando y practicando actividad física en ambientes potencialmente contaminados (OMS, 2018). Asimismo, comportamientos como la tendencia de llevar manos y objetos a la boca los expone a mayores niveles de contaminantes que suelen posicionarse en los lugares en los que son expulsados, como el arsénico, pesticidas y otros (Mohai, P, Kweon, B, Lee, S, & Ard, K., 2011).

En definitiva, este tipo de ambientes puede producir daño cerebral y causar cambios neurológicos, en especial hasta los 5 años de vida de los infantes (Grandjean & Landrigan, 2014). Es así como este tipo de exposiciones a temprana edad pueden derivar en importantes déficit cognitivos en áreas de cognición fluida, memoria y funciones ejecutivas (Calderón-Garcidueñas et. al., 2008). Ahí recae la importancia de enfocar nuestro estudio en este segmento, para poder cuantificar los efectos de mediano plazo en el rendimiento escolar de estos niños.

Siguiendo en esa misma línea, esta exposición a ambientes polucionados durante etapas tempranas de desarrollo psicológico, neuronal y cognitivo puede llevar a problemas de salud de largo plazo, entre otros inconvenientes. Es por esto que son de suma relevancia los lugares en donde vivan y se desarrollen los niños que puedan verse afectados. En cuanto a esto, se ha estudiado que la ubicación de las escuelas pueden incrementar su exposición a los contaminantes (Mohai, P, Kweon, B, Lee, S, & Ard, K., 2011).

Estudios epidemiológicos, neuropatológicos e imágenes cerebrales han entregado evidencia de una relación negativa entre ambiente contaminado y menor desarrollo cerebral condicional a factores demográficos observables. Por ejemplo, un estudio sobre 202 niños de aproximadamente 10 años de edad que habitan en Boston, Massachusetts, arroja que niveles más altos de carbón negro en ciertas zonas causan bajas en sus funciones cognitivas, lo que es medido a través de evaluaciones de inteligencia verbal, no verbal y memoria constructiva (Suglia et al, 2008).

Esto es de gran relevancia para el estudio económico, dado que el ser parte de este tipo de comunidades, puede tener efectos socioeconómicos de mediano

y largo plazo en la productividad de los niños y las futuras generaciones. Además, esto también es relevante en materia de gastos educacionales y de salud en los que se deba incurrir para afrontar este problema de externalidades no contabilizadas. Este tipo de evidencia empírica, señala que la polución impone costos más altos para estas poblaciones, al afectar el rendimiento escolar y formación de capital humano, además de la salud. Por lo tanto, mejorando la calidad del aire puede mejorar la movilidad social y por ende disminuir desigualdades económicas y de acceso (Mohai, Byoung-Suk, Lee & Ard, 2011).

Para sustentar esta idea, exponemos gráficamente ciertos resultados de otros trabajos en el apartado de Anexos. La Figura 1 del Anexo 9.1, muestra una relación negativa entre índices de mayor polución y resultados en test de matemáticas para colegios del Estado de California en Estados Unidos, controlando aún por efectos fijos. Por otro lado, en la Figura 2, se ven los efectos de la calidad del aire sobre los outcome educacionales en Israel. Podemos apreciar que existe una relación positiva entre peores índices de calidad del aire y menor performance educativo, además de que a peores índices de calidad del aire también declina la probabilidad de matrícula en la educación superior.

[Tablas y gráficos sobre Hechos Estilizados de estudios internacionales se encuentran en anexos].

2. Hipótesis de la investigación

Por todo lo descrito en el inciso anterior, es que hemos decidido cuantificar el efecto que tienen las termoelectricas, que son las industrias más contaminantes de estas zonas según los registros del RETC, sobre la población infantil que vive o estudia en la cercanía. Para realizar esto, veremos en primer lugar cómo sucede el proceso de asentarse en estas *Zonas De Sacrificio*, separando los efectos provenientes de autoselección y discriminación. Más tarde, identificaremos variables que puedan tener relación con el desempeño escolar de manera directa e indirecta.

En definitiva, **nuestra hipótesis es que cierto tipo de industrias expulsan material contaminante que perjudica el desarrollo neurológico y cognitivo íntegro de la población infantil en ciertas zonas de Chile**. En esta investigación se pretende encontrar efectos significativos de estar expuesto a la contaminación durante la etapa gestacional y los primeros 6 años de vida, en sus niveles de rendimiento escolar de mediano plazo.

3. Modelo Económico.

Para el desarrollo del modelo económico es importante lograr separar los efectos y encontrar fuentes de endogeneidad, de manera de poder desarrollar de la mejor manera posible nuestra estrategia de identificación. En primer lugar debemos desclasificar el por qué no es viable solo el uso del método clásico de MCO. El hecho de habitar una zona de sacrificio está determinado por diversas fuentes, una de ellas es la autoselección que cometen algunos jefes de hogar, llamado también *residential sorting*. Estas familias toman este tipo de decisión al ver en estos lugares mayores atributos y oportunidades laborales, muchas veces salarios mayores que interiorizan el riesgo adquirido, calidad de escuelas para sus hijos, etc. También individuos de bajos ingresos son más propensos a vivir en áreas de alto nivel de polución o contaminación, debido a contracciones financieras o inconsciencia medioambiental (Roth, 2017).

Algunos modelos ignoran el potencial de los procesos de autoselección que están en juego a la hora de que *households* u individuos eligen una locación o ambientes que son consistentes con sus estilos de vida, actitudes, valores o preferencias de transporte (Rawoof, A. Ram, M. Chandra, R. Paul, A., 2007). Por otro lado, puede ser también que simplemente no tienen oportunidades de migrar a zonas descontaminadas, debido a la falta de recursos económicos.

También la contaminación puede estar correlacionada con otros factores como riqueza, que también es probable que se correlacione con características del estudiante y escuela generando posibles problemas de omisión de variable y sesgo. Por lo tanto familias más ricas se clasifican a sí mismas dentro de lugares con menos niveles de contaminación. Esto nos hace sobreestimar el verdadero efecto de la contaminación sobre rendimiento escolar mediante una regresión lineal simple (Roth, 2017).

Otros conceptos importantes subyacen en el desarrollo de esta investigación, la discriminación, que nace desde una desigualdad social, traducida en injusticias medioambientales; ¿Por qué Puchuncaví y no Vitacura como *Zona de Sacrificio*? La evidencia es simple, en nuestro país empresas e industrias contaminantes han tendido a asentarse en lugares desfavorecidos, con población con baja representatividad política y de un nivel socio económico bajo. Dónde existe una especie de trade-off entre contaminación y mayores oportunidades laborales, o simplemente algunos deben "sacrificarse" para conseguir crecimiento bajo este sistema

de desarrollo económico, lo que a veces es llamado como *“El precio del progreso”* (FUNDACIÓN TERRAM, 2018).

Es por esto que la mayoría de estos asentamientos nacen desde injusticias sociales y discriminaciones anterior al tratamiento, lo que refuerza aún más el efecto negativo en la performance escolar. Lo anteriormente descrito se traduciría en que familias más desfavorecidas socio económicamente y que viven en lugares de alta contaminación resulten tener aún mayores efectos negativos en el rendimiento escolar de sus integrantes en cuestión. Por lo tanto, se podría estar sobre-estimando el verdadero efecto de la contaminación por exposición, sobre el rendimiento escolar.

3.1. Cómo la salud afecta el desempeño escolar

La salud juega un papel predominante en el rendimiento escolar, debido a que están altamente relacionados. Un óptimo rendimiento actúa en la misma dirección que resultados en salud y puede existir una doble causalidad entre estos (Mohai, Byoung-Suk, Lee & Ard, 2011). Estudios señalan que existe correlación positiva entre enfermedades respiratorias e inasistencia de alumnos a las escuelas, lo que puede afectar directamente el rendimiento escolar (Roth, 2017).

Mejor calidad de condiciones del aire esta relacionado con mejoras en test escolares y asistencia a clases, a su vez la inasistencia escolar inducida por la calidad del aire puede causar que alumnos estén menos envueltos en el aprendizaje y, por lo tanto, obtengan peores resultados. Es por esto, que hay que contabilizar de buena forma los efectos directos e indirectos en el rendimiento escolar (Mohai, Byoung-Suk, Lee & Ard, 2011). Es decir, se debe separar los efectos que una zona con alto nivel de contaminación puede ocasionar mediante enfermedades respiratorias, y los efectos que a su vez causen las inasistencia a clases, entre otros (Roth, 2017). Es importante ver que esto puede afectar la formación de capital humano y outcomes en mercado del trabajo, ya que exámenes académicos, como el SIMCE, son usados como métodos de ingreso a la universidad y esto a su vez definir futuras ocupaciones y niveles de ingreso a futuro.

De manera indirecta podemos encontrar aun más mecanismos. Alumnos que no están sanos tienen un mayor riesgo de tener problemas en la escuela en relación a los que no tienen problemas médicos. Estudiantes con salud desfavorecida tienen más probabilidades de fracaso académico en test estándares, notas y abandono de escuela. Por esto mismo, la relación entre salud y éxito académico es complejo (Steven, Gomes, Polotska & Jankowska, 2015). Otra forma de afección indirecta, son los problemas de atención en la escuela producidos por enfermedades o fatigas provenientes de la contaminación.

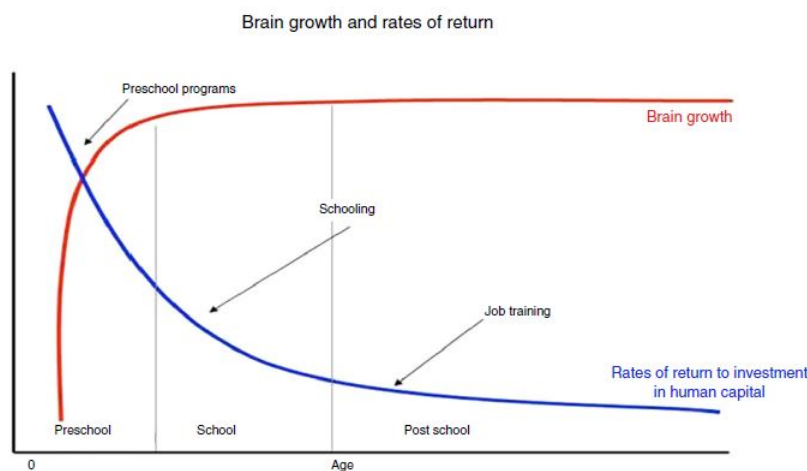


Figure 1 The period with the highest economic returns of investment is pregnancy through age 5 years.

Source: Borrowed with the permission of Heckman & Carneiro Human Social Policy, 2003, RAND, Benefits and Costs of Early-Childhood Interventions, A Documented Briefing, Lynn A. Karoly, Susan S. Everingham, Jill Hoube, Rebecca Kilburn, C. Peter Rydell, Matthew Sanders, Peter W. Greenwood, April, 1997.

Otro aspecto importante para efectos de políticas públicas y la importancia de inversión en bienestar de los infantes, es que tal como señala la figura 1, el período entre el embarazo y los 5 años de vida, es donde se logran maximizar los retornos de inversión en capital humano. Esto nos revela nuevamente la importancia de enfocarnos en este cohorte, debido a los potenciales que podrían tener mejores políticas ambientales para el futuro de estos grupos.

4. Base de datos

Para lograr desarrollar esta investigación y poder comprobar la veracidad de nuestra hipótesis inicial, necesitaremos configurar una base de datos que nos entregue outcomes a nivel educativo de los estudiantes a lo largo del tiempo para las pruebas de Lenguaje y Matemáticas, además de caracterización de perfil familiar y del estudiante. Es por esto que, decidimos usar la base de datos SIMCE, que se realiza a nivel nacional desde hace varias décadas lo que nos puede ayudar a encontrar los efectos de las primeras generaciones que se vieron expuestas y afectadas por la instauración de las termoeléctricas, es decir desde que tuvieron entre 0 y 6 años, al momento de enfrentarse a la contaminación prolongada dentro de la *Zona de Sacrificio*, para luego ser controlados en el período posterior cuando rindieron la prueba SIMCE de 4to básico. Por lo tanto, esta base consiste en un estudio con datos de Panel.

Actualmente esta prueba es realizada cada año por la Agencia de Calidad de la Educación, que es un organismo descentralizado y que se relaciona con el Presidente de la República por medio del Ministerio de Educación. En nuestra investigación, usaremos los resultados desde el año 1996 hasta 2017, para hacer viable la imputación de los datos con los años de servicio de las respectivas termoeléctricas en las *Zonas de Sacrificio* y hacer coincidente los periodos de ventana de 6 años hasta la realización de la prueba, tal como señala la literatura.

En primer lugar identificamos las distintas termoeléctricas de cada zona del país, esto fue posible gracias al Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Esta base de datos contiene mapas geo-referenciales de termoeléctricas y todo tipo de industria pesada en el país, además de información de sus niveles y tipos de contaminantes, proyectos y años de servicio. Con toda esta información se logró identificar las termoeléctricas que eran posibles de utilizar en conjunto con los datos del SIMCE.

Esto es relevante, dado que solo contamos con data de resultados escolares y encuesta de padres y de caracterización familiar entre los años 1996 y 2017, por lo tanto, solo serían viables las termoeléctricas que se construyeron dentro de este periodo y con los márgenes suficientes para estudiar las tendencias anteriores de los establecimientos y los resultados futuros de estas generaciones que van a ser afectadas por los contaminantes expulsados.

En base a lo anterior es que nos enfocaremos principalmente en cuatro termoeléctricas, que corresponden a los asentamientos en las comunas de Tal-Tal y Tocopilla en el año 2000, Mejillones y Coronel que contaron con ampliación significativa de sus plantas y de sus cantidades de contaminantes liberados en el 2011 y 2012, respectivamente. Dentro de estas comunas se ubicaron a 23 establecimientos educacionales, los cuales serán los pertenecientes al grupo de tratamiento, para tener así un total de 975 alumnos promedio cada año rindiendo la prueba Simce de 4to Básico dentro de este conjunto. Se estableció el período cero (pre-tratamiento), un año antes de la puesta en marcha de cada termoeléctrica o de su expansión, para que no existan perjuicios derivados de ese primer año de puesta en marcha.

Para la obtención del grupo de control, fue necesario utilizar el método de Propensity Score Matching, y así obtener los tres vecinos más cercanos para cada colegio tratado. Todo esto se logró, controlando por variables de PIB comunal, IDH comunal, contenidas en la base de investigación del Observatorio Chileno de Salud Pública; Nivel socioeconómico y de salud de las comunas de Chile. Además, a nivel de colegios y mediante el uso de la encuesta de padres del SIMCE, se obtuvo el promedio de escolaridad del padre y de la madre, promedio de repitencia por colegio, promedio de asistencia a reuniones escolares, promedio del pronóstico de educación del hijo/a, promedio de personas que habitan por hogar, promedio de ingresos por familia, ruralidad del establecimiento y número de alumnos promedio por establecimiento para cada año. De esta forma, se lograron obtener contrafactuales que tengan características y tendencias similares antes de que se establezca una termoeléctrica en la zona de los colegios tratados, para lo que se utilizaron los datos del período cero y un período 3 años anterior a este.

Debido a que no se repetían las mismas preguntas para cada año que se realizaba la encuesta de padres, algunos valores por año arrojó missing values, por lo que decidimos resolver esto reemplazando los missing

valores por el valor del período anterior o, en su defecto, el promedio del establecimiento. De esta manera, se logró no perder una gran cantidad de datos.

5. Modelo Empírico

5.1. Modelo de Diferencias en Diferencias

El modelo empírico en el que vamos a basar nuestra investigación será el de un modelo de Diferencias en Diferencias, en el cual analizaremos colegios ubicados en las cercanías de las Zonas de Sacrificio antes y después de que se instale la termoeléctrica a analizar. Además, se buscaron colegios controles que van a permitir hacer de contrafactuales en el modelo, proceso que fue descrito anteriormente.

Por otro lado, para lograr identificar correctamente las determinantes de la variable independiente, el rendimiento escolar, se debe controlar desde diversas fuentes que lo afectan; como si vive o no en una "Zona de Sacrificio", el porcentaje de asistencia a clases, número de alumnos promedio por generación, escolaridad promedio de los padres, ingresos promedios de los hogares, entre otros. A continuación se puede apreciar cómo quedaría nuestro modelo DIF-DIF en su forma empírica controlando por estas variables.

$$\text{Simce}_{i,t} = \alpha + \beta_0 \text{Zona_Sacrificio}_i + \beta_1 \text{Período}_t + \gamma(\text{Zona_Sacrificio}_i * \text{Período}_t) + \delta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

- Si vive o no en zona de sacrificio (Zona_Sacrificio_i)
- Si se está considerando el Simce antes de que se haya puesto la termoeléctrica o después (Período_t)

Controles ($X_{i,t}$):

- Índice de Desarrollo Humano (IDH) de la comuna
- Índice de desarrollo socioeconómico (IDSE) de la comuna

- Personas por hogar promedio por colegio
- Escolaridad promedio de la madre
- Escolaridad promedio del padre
- Repitencia promedio por colegio
- Número de alumnos por generación
- Ingreso promedio de la generación del colegio
- Pronóstico de la educación del hijo/a promedio
- Asistencia promedio a reuniones por colegio
- Ruralidad del colegio

5.2. Tendencias Paralelas.

Para poder utilizar esta estrategia, tuvimos que cerciorarnos de que los colegios del grupo de control escogidos tuviesen rendimientos en las pruebas SIMCE de 4to Básico tendencialmente paralelos a los resultados de los establecimiento del grupo de tratamiento, antes de que las industrias se instalaran en las cercanías. Con este fin construimos el gráfico que aparece en la figura 1, el cual nos muestra los puntajes promedios de los grupos para ambas pruebas en ventanas de 3 años. Podemos notar, que al menos hasta el periodo cero, el match arroja colegios con tendencias bastante similares, lo que cambia recién tras este período. De la misma forma, notamos que las tendencias no se cruzan hasta recién antes del período final, que es justamente la generación de estudiantes que ya debiese haber sido afectada en su desarrollo cognitivo por la instauración de la termoeléctrica 5 años antes (generación que tenía alrededor de 4 años cuando se puso en marcha la termoeléctrica en su zona). Para un análisis del supuesto de tendencias paralelas por comuna, están disponibles algunos de estos gráficos comunales en la parte de anexos. En estos gráficos podemos apreciar una tendencia bastante similar en las pruebas SIMCE de Matemáticas y Lenguaje entre ambos tipos de colegios en todas las zonas que estudiaremos y un efecto de cruce de las tendencias o un cambio de dirección de estas unos años tras el período cero, de manera bastante similar al visto para el conjunto de los grupos recientemente.

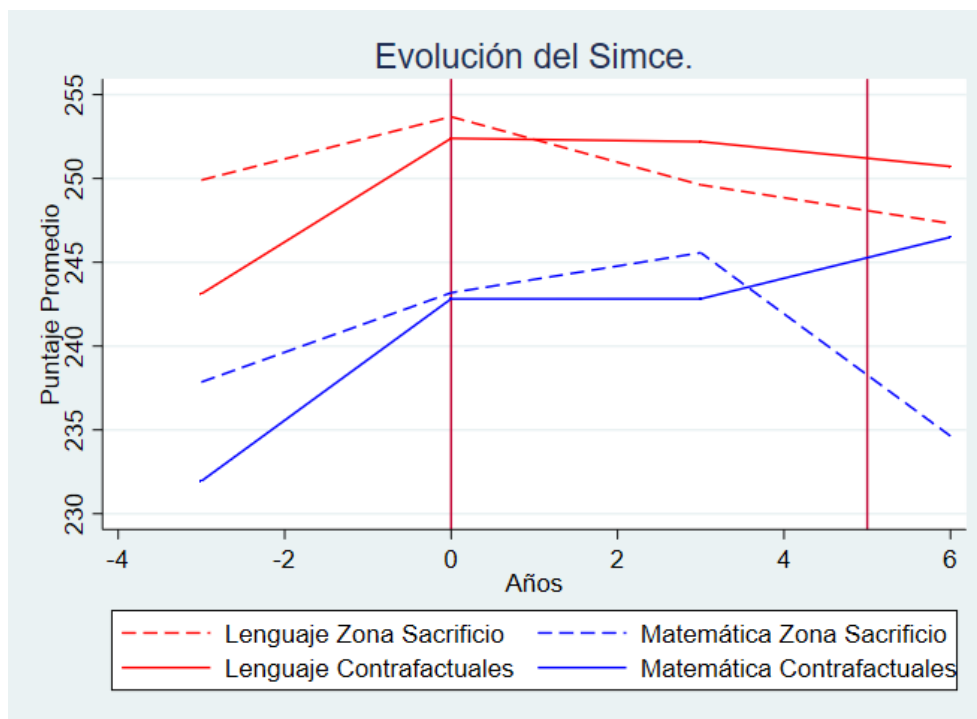


Figura 1: Tendencias Paralelas.

5.3. Modelo de Efectos Fijos y Efectos Aleatorios.

Siguiendo con este modelo de Diferencias en Diferencias, podemos realizar arreglos para solucionar ciertas endogeneidades que se pueden producir al realizar estimaciones con datos de panel. Para esto, le agregaremos dos modelos empíricos a nuestra investigación, con el fin de poder analizar diferentes escenarios y luego dilucidar cual es el modelo que mejor se ajusta a los datos que tenemos. Los modelos a agregar son los de Efectos Fijos y el de Efectos Aleatorios, los que nos van a ayudar a controlar por heterogeneidad inobservable en el tiempo, que no se deban al efecto causal que producen los contaminantes expulsados por las termoeléctricas al desarrollo cognitivo de los niños. Es así, como el modelo quedaría de la siguiente forma para Efectos Fijos y se cambiarían estas mismas variables por las de Efectos Aleatorios posteriormente.

$$Simce_{i,t} = \alpha + \beta_0 ZS_i + \beta_1 Período_t + \gamma(ZS_i * Período_t) + \rho_0 EF_Años_t + \rho_1 EF_Colegios_i + \delta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

Para evaluar qué modelo resultaría mas eficiente para la estimación, es importante explicar algunos supuestos de estos. Para el modelo de efectos fijos o "within", se asume un estimador consistente sin imponer supuestos adicionales sobre la constante alpha. Es así, como se transforma el modelo para eliminar posibles endogeneidades provocadas por heterogeneidades no observables, sin preocuparse por esta posible correlación. En cuanto al modelo de efectos aleatorios, este será útil si se puede asumir que la heterogeneidad no observada no correlaciona con nuestras variables de control. Mientras se incluyan las variables adecuadas a nuestro modelo, podemos pensar que la heterogeneidad no observada produce auto-correlación en los términos de error y no así entre términos de error y los controles. Sin embargo, dado que muchas de las variables del modelo son los promedios de las variables de los mismos colegios, creemos que el modelo de efectos fijos va a ser más preciso en la estimación de los efectos causales. Más aun, si corregimos posibles heterocedasticidades y autocorrelaciones dentro del mismo modelo de efectos fijos. Esta hipótesis va a tener que ser analizada en base a los resultados que nos arrojen los diferentes modelos econométricos recientemente descritos.

6. Resultados.

6.1. Estadística descriptiva.

Tabla 1: Análisis Base de Datos pre tratamiento.

Zona de Sacrificio	0	1
IDH	.5461	.5217
Personas Hogar	4.439	4.458
Educación Madre	1.773	1.809
Educación Padre	1.8301	1.893
Repitencia	.4479	.4275
Ingreso	2.788	2.922
Alumnos Generación	48.69	40.76
Pronóstico hijo	2.721	2.745
Reuniones	3.579	3.521
Ruralidad	.9845	.9091

En primer lugar, realizaremos una breve estadística descriptiva de los dos grupos de colegios que vamos a utilizar durante la investigación antes de la instauración de la termoeléctrica, para poder caracterizar a estos tipos de establecimientos. Para comenzar, vemos en la tabla 1 que los grupos de control y tratamiento parecieran ser similares en las distintas variables observables. Sin embargo, se puede notar que los colegios que están en zonas que posteriormente albergarán una termoeléctrica tienen mejores niveles de ingreso, además de padres con mayor educación. En esa misma línea, se puede apreciar que los colegios tratados tienen menor cantidad de alumnos y tienden a estar en zonas ruralizadas, además de tener menor porcentaje de repitencia con respecto a los de los colegios del grupo de control.

Al realizar un recuento de todas las variables expuestas en la tabla 1, la mayoría de estas nos harían suponer que los colegios inmersos en Zonas de Sacrificio debiesen tener mejores resultados académicos que los contrafactuales encontrados. Para comprobar esto, tomamos estas mismas variables y hacemos una

regresión OLS simple con los Simce de Lenguaje y Matemáticas como variables dependientes, en donde vemos que efectivamente las variables de control se comportan como sugiere la literatura de educación. Es así, como el puntaje en ambas pruebas sube al aumentar el nivel de desarrollo humano (IDH), además de aumentar con la educación de la madre, el mayor pronóstico educativo de los hijos y la mayor asistencia a reuniones por parte de los padres. Por otro lado, vemos que los rendimientos empeoran con la repitencia, al vivir más personas en el hogar y al estar en sectores urbanos. Sin embargo, pese a que todos estos resultados concuerdan con la literatura educativa, vemos que la variable de estudiar en una Zona de Sacrificio tiene un estimador negativo en los resultados de ambas pruebas Simce, en donde ambos coeficientes son significativos al 5 %.

	OLS Simple	
	Lenguaje	Matemática
Zona Sacrificio	-5.8414** (-5.10)	-7.5023** (-5.75)
IDH	15.8394 (0.94)	30.5896 (1.56)
Personas Hogar	-3.0876** (-3.68)	-3.5112** (-4.31)
Educación Madre	11.7475** (2.76)	10.2815** (2.29)
Pronóstico Hijo/a	32.0515** (9.06)	24.2905** (6.60)
Reuniones	5.9849** (4.36)	10.0333** (7.48)
Repitencia	-9.0730** (-3.01)	-9.7537** (-3.13)
Ruralidad	-7.7125 (-1.63)	-5.2060 (-1.16)
Constante	174.2737** (12.55)	164.7150** (12.43)
Observations	1216	1215
Adjusted R^2	0.412	0.355

t statistics in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$

6.2. Modelo de Diferencias en Diferencias.

Cuadro 1: Resultados DIF-DIF Matemáticas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Puntaje promedio del establecimiento en Simce de Matemáticas.					
Zona Sacrificio	3.8017 (0.88)	1.2376 (0.37)	1.1645 (0.37)	1.1224 (0.34)	0.8907 (0.27)	1.7844 (0.54)
Periodo	9.2451** (2.06)	-1.5676 (-0.35)	2.1368 (0.48)	2.3520 (0.53)	1.8501 (0.42)	8.0326 (1.45)
ZS × Periodo	-30.6533** (-3.30)	-28.6638** (-4.07)	-26.7718** (-4.14)	-26.2537** (-4.05)	-25.6328** (-3.81)	-25.2692** (-3.58)
IDH	37.2567* (1.67)	-10.9680 (-0.50)	-8.2336 (-0.37)	-12.8104 (-0.56)	-10.9885 (-0.47)	32.8291 (0.63)
Educación madre		41.6267** (8.30)	32.3088** (4.66)	25.1819** (2.32)	22.6144** (2.01)	29.1133** (2.54)
Personas hogar			-4.1360** (-3.43)	-4.2129** (-3.56)	-5.9164** (-3.67)	-5.8317** (-3.30)
Pronóstico Hijo/a			12.9105 (1.57)	10.9787 (1.28)	11.8686 (1.33)	5.9201 (0.57)
Alumnos por generación				0.0390 (0.77)	0.0227 (0.45)	0.0188 (0.37)
Educación Padre				8.6247 (0.72)	7.3290 (0.58)	4.9210 (0.38)
Repitencia					-8.8449 (-1.35)	-7.2661 (-1.07)
Ingresos					0.6206 (0.27)	0.4826 (0.19)
Reuniones						14.2754** (2.36)
Ruralidad						-7.6438 (-1.07)
Constant	217.3845** (17.94)	169.9325** (13.12)	168.1841** (8.76)	171.2246** (9.06)	185.3244** (8.37)	153.8835** (4.84)
Observations	210	210	210	210	210	210
Adjusted R^2	0.045	0.280	0.351	0.348	0.347	0.361

t statistics in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$

Luego de analizar la base de datos que ocuparemos para nuestros modelos empíricos, hicimos una primera estimación del modelo de Diferencias en Diferencias en la que se controla por posibles heterocedasticidades de las variables. En primer lugar, para hacer esta regresión nos quedamos con los periodos cero y el de 3 años antes de este, además del periodo uno que va a ser el de 6 años después de la construcción de la termoeléctrica. Esto con el fin de poder analizar los resultados Simce de los alumnos que tenían entre 3 y 5 años al momento de la puesta en marcha y se vieron afectados en su proceso de desarrollo cognitivo. Para esto debemos hacer el supuesto de que los alumnos de los colegios tratados no se cambiaron a la Zona de Sacrificio recién al sexto año tras la puesta en marcha, lo que es un supuesto razonable, dada la poca movilidad interregional que muestra el país (Rodríguez & González, 2006).

Además, se debía testear la inclusión de variables de tipo control en el modelo, para ver cuáles de éstas contribuían significativamente al análisis de la investigación. Para esto se realizaron las diversas estimaciones con la prueba de Matemáticas que se aprecian en el cuadro 1, en donde vemos que todas estas nos dan unos coeficientes de Diferencias en Diferencias bastante similares y estadísticamente significativos al 5 % y donde el mayor cambio lo vamos a ver en el R^2 Ajustado de cada estimación. Vemos que nuestro estimador es consistente al agregar las diferentes variables de control, al bajar entre 25 y 31 puntos en el Simce de Matemáticas al estar el establecimiento en una Zona de Sacrificio y en un periodo de 6 años después de la construcción de la termoeléctrica en la zona (variable Dif-Dif $ZS \times Período$). Finalmente, vamos a ocupar el R^2 Ajustado, además de las magnitudes y significancias de las variables, para decidir las variables de control a utilizar en los siguientes modelos a analizar.

6.3. Resultados finales con Efectos Fijos y Aleatorios.

Adicionalmente a las estimaciones realizadas con el modelo de diferencias en diferencias, agregamos a continuación las estimaciones con los modelos de efectos fijos y aleatorios. Estos modelos nos van a ayudar a controlar por las variables no observables de los establecimientos en el tiempo, como fue explicado anteriormente. En definitiva, lo relevante en el análisis al agregar estas variaciones del modelo original, es ver como reacciona y varía la significancia y la magnitud del estimador de $ZS \times Período$, para

ver si al controlar por los no observables descritos acrecienta o disminuye el efecto encontrado.

En definitiva, vemos en el Cuadro 2 que al controlar por las variables no observables de los colegios en el tiempo y de los años mismos, y modelarlos como efectos fijos o efectos aleatorios, van a aumentar las magnitudes de los coeficientes, manteniéndose la alta significancia en los 3 casos. Es así, como en el modelo de efectos fijos, que no obtiene el coeficiente de la variable de Zona de Sacrificio por la colinealidad al controlar por los efectos fijos de los colegios, los alumnos bajan un promedio de más de 28 puntos en la prueba de matemáticas tras el tratamiento. En paralelo, vemos resultado idénticos, pero con magnitudes y significancias algo inferiores, si hacemos las mismas estimaciones para la prueba Simce de lenguaje (tabla se encuentra en los anexos; Cuadro 3).

La única diferencia significativa entre ambas pruebas y tablas se aprecia en el estimador de la variable de educación promedio de la madre. En el caso de la prueba de lenguaje, vemos que estos coeficientes tienen una magnitud mucho mayor y son todos significativos a diferencia del caso de la prueba de matemáticas. Esto también tiene explicaciones dentro de la literatura de educación, que otorga una gran relevancia a la educación de la madre sobre la contribución al desarrollo lingüístico del hijo/a.

Por otro lado, vemos que el R^2 Ajustado de ambas estimaciones bajo el modelo de efectos fijos baja para ambas pruebas, lo que nos dice que posiblemente la corrección de no observables con esta especificación, está disminuyendo los efectos que generaban las variables de control a la variable dependiente, lo que se puede apreciar también en los menores niveles de significancia (que de igual forma siguen siendo significativos).

Siguiendo con este análisis y ya adentrándonos en la interpretación de estos resultados, realizamos las mismas estimaciones mediante los 3 modelos distintos con los puntajes Simce en logaritmo. Es así como en el Cuadro 4 dispuesto en la parte de los anexos, vemos básicamente los mismos resultados expuestos anteriormente, pero con una interpretación diferente. En específico, vemos que la caída de puntajes de los estudiantes que sufrieron los efectos de la contaminación de las Zonas de Sacrificio durante la etapa tardía de su desarrollo cognitivo en el modelo de efectos fijos, se puede cuantificar en una disminución de 5,15 % en la prueba de Lenguaje y un 11,98 % en la prueba de

Matemáticas. Estas cifras tienen una magnitud relevante desde el punto de vista social y económico para la población tratada, además de ser estadísticamente significativas a incluso menos del 5 %.

Cuadro 2: Resultados Finales SIMCE de Matemáticas.

	DIF-DIF Simple Matemáticas	Efectos Fijos Matemáticas	Efectos Aleatorios Matemáticas
ZS	1.7844 (0.54)	0.0000 (.)	1.7760 (0.39)
Periodo	8.0326 (1.45)	7.0796 (0.71)	-2.3611 (-0.30)
ZS × Periodo	-25.2692** (-3.58)	-28.0119** (-3.31)	-26.0190** (-3.57)
IDH	32.8291 (0.63)	0.0000 (.)	84.6338 (1.33)
Personas hogar	-5.8317** (-3.30)	-5.0489* (-1.70)	-7.0246** (-2.84)
Educación madre	29.1133** (2.54)	17.8775 (1.25)	26.5558* (1.96)
Reuniones	13.8342** (2.40)	5.7025 (0.67)	3.8625 (0.47)
Ruralidad	-7.6438 (-1.07)	-3.0621 (-0.18)	-2.9693 (-0.30)
Constante	153.8835** (4.84)	417.8113** (3.87)	232.9418** (4.46)
Observations	210	177	177
Adjusted R^2	0.361	0.317	

t statistics in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$

7. Análisis de Robustez.

En esta sección describiremos la realización de un Placebo, para de esta manera testear la robustez del modelo. Esto se hizo tomando las mismas zonas y grupos, pero modificando los períodos especificados en los modelos. Para esto, se buscó que no hubiese otro evento como el de la construcción de alguna industria pesada y contaminante en las Zonas de Sacrificio. Esto fue difícil, ya que estas zonas y comunas específicas cuentan con varias industrias de esta índole, por lo que encontrar un lapso de tiempo en el que no hayan habido construcciones de este tipo requirió de la investigación de las diversas zonas, lo cual se realizó con la misma base de datos del Regis-

tro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) ocupada en un comienzo.

Finalmente, se escogió el año 2010 como periodo cero en el caso de Tocopilla y Tal-Tal, que muestran mayor actividad en la construcción de este tipo de industrias antes del periodo tratado. En cuanto a Coronel, se decidió invertir los años de esta zona con las de Tocopilla y Tal-Tal, con lo que el año cero quedó en 1999. El caso de Mejillones fue algo más complejo debido a la constante instauración de industrias de este tipo en la zona (se construyeron o ampliaron termoeléctricas en 1995 y 1997). Es por esto, que se escogió una fecha lo más al límite posible con los años de tratamiento principal, siendo el 2005 el año del

período cero para esta zona.

En cuanto a los resultados, vemos que el modelo sigue teniendo sentido en cuanto a las direcciones y magnitudes de los estimadores, ya que la educación de la madre sigue afectando positivamente los puntajes y el promedio de personas por hogar afecta de forma negativa. Por otro lado, vemos que el efecto de estar en una Zona de Sacrificio sigue siendo negativo y significativo en el caso que no se controla por efectos fijos, lo que nos da una idea de los perjuicios generales que se viven en estas zonas en las que tienden a estar asentadas muchas industrias contaminantes aparte de las termoeléctricas específicas que se investigan en este paper. Sin embargo, el estimador de Diferencias en Diferencias no es significativo en ninguno de los casos y tiene una tendencia direccional poco clara, lo que nos dice que los modelos estimados están bien configurados para los períodos escogidos.

8. Conclusiones.

A lo largo de esta investigación, se evaluó el impacto de vivir en Zonas de Sacrificio ambiental sobre el output escolar infantil, revelado mediante los resultados de la prueba SIMCE. Encontramos efectos negativos y significativos para las pruebas de Matemáticas y Lenguaje en colegios ubicados en estas áreas. Siguiendo en esta misma línea podemos decir, que la polución no esta asignada aleatoriamente a través de las áreas y es por esto que se requiere de aún más profundización en esta temática, para poder hacer frente a estas limitancias explicadas en el modelo económico. Esto debido a que, a la luz de los resultados, esto es otro argumento relevante que se debiese sumar en el debate acerca de estas zonas de Chile, que han estado durante este último tiempo en la palestra pública. Por lo tanto, mejorando la calidad del aire y la exposición de la población a ciertos contaminantes se puede tener efectos particulares en los estudiantes no privilegiados, potencialmente mejorando su habilidad para alcanzar una mayor movilidad económica y de esta manera, una disminución de la desigualdad económica y de oportunidades en nuestro país.

Los resultados de esta investigación pueden ser de un gran aporte para las políticas públicas en temas de salud, educación y sobre todo medio ambiente, las que deben añadir estos nuevos antecedente y costos económicos cuando se formulan nuevas regulaciones medioambientales. Es por esto que creemos necesario que se siga con esta y otras investigaciones similares a futuro, para poder cuantificar de mejor manera el

impacto y externalidades negativas que pueden tener estas industrias. De esta forma creemos que se podrá actualizar la mirada utilitarista que se venía teniendo, en donde solo eran consideradas las ganancias y gastos económicos de los proyectos, sin considerar efectos en productividad, capital humano, generación de desigualdades, entre otros temas que quedan propuestos para un análisis futuro.

En cuanto a la investigación en sí, queda planteado el desafío de seguir evaluando a estas generaciones afectadas a medida que se vayan incorporando nuevos resultados de nuevas pruebas. En este sentido, podría ser relevante seguir a estos cohortes en la realización de otras pruebas futuras, ya sea SIMCE 8 básico, 2 medio, PSU (prueba de selección universitaria), como también en sus desempeños en la educación superior y en el mercado laboral. De esta forma se podría cuantificar de mejor manera los impactos económicos que tiene tienen las termoeléctricas sobre la población en las Zonas de Sacrificio Ambiental.

Referencias.

- Calderón-Garcidueñas, L., Mora-Tiscareño, A., Ontiveros, E., Gómez-Garza, G., Barragán-Mejía, G., Broadway, J., ... & Henríquez-Roldán, C. (2008). Air pollution, cognitive deficits and brain abnormalities: a pilot study with children and dogs. *Brain and cognition*, 68(2), 117-127.
- Grandjean, P., Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The lancet neurology*, 13(3), 330-338.
- Mohai, P., Byoung-Suk, K. Lee, S. & Ard, K. (2011). Air Pollution Around Schools is Linked To Poorer Student Health And Academic Performance.
- Rawoof, A. Ram, M. Chandra & R. Paul, A. (2007). Modeling residential sorting effects to understand the impact of the built environment on commute mode choice.
- Rodríguez, J, & González, D. (2006). Redistribución de la población y migración interna en Chile: continuidad y cambio según los últimos cuatro censos nacionales de población y vivienda. *Revista de geografía Norte Grande*, (35), 7-28.

- Scott, D. & Smith, A. (2017). “Sacrifice Zones” in the Green Energy Economy: Toward an Environmental Justice Framework.
- Sefi Roth. (2017). Air pollution, educational achievements, and human capital formation.
- Steven, S., Gomes, P., Polotska, A. & Janowska, A. (2015). Relationship between student health and academic performance: Implications for school psychologists.
- Sweig, J, Ham, J. & Avol, E. (2009). Air Pollution and Academic Performance: Evidence from California Schools.
- Suglia, SF. (2008). Association of black carbon with cognition among children in a prospective birth cohort study.
- Montero. R. (2011). Efectos fijos o aleatorios: test de especificación.
- Stock Watson. (2004). Introduction to Econometrics. Princeton University: Pearson.
- Observatorio Chileno de Salud Pública. (2013). Comunas de Chile, según nivel socio-económico, de salud y desarrollo humano. Revisión 2013.

9. Anexos.

9.1. Hechos Estilizados.

Table 3A: The Effect of Pollution on Mathematics Test Scores School Fixed Effects					
Pollution:	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
PM ₁₀	-0.329 (0.28)	-0.733 ^a (0.34)			
PM _{2.5}	-4.050 ^c (0.87)		-4.546 ^c (0.98)		
NO ₂	-0.841 (0.77)			-2.018 ^c (0.67)	
O ₃	0.363 (0.45)				0.269 (0.38)
Wald Statistic for Joint Significance ^a	40.07				

Figura 2: Air Pollution and Academic Performance: Evidence from California Schools

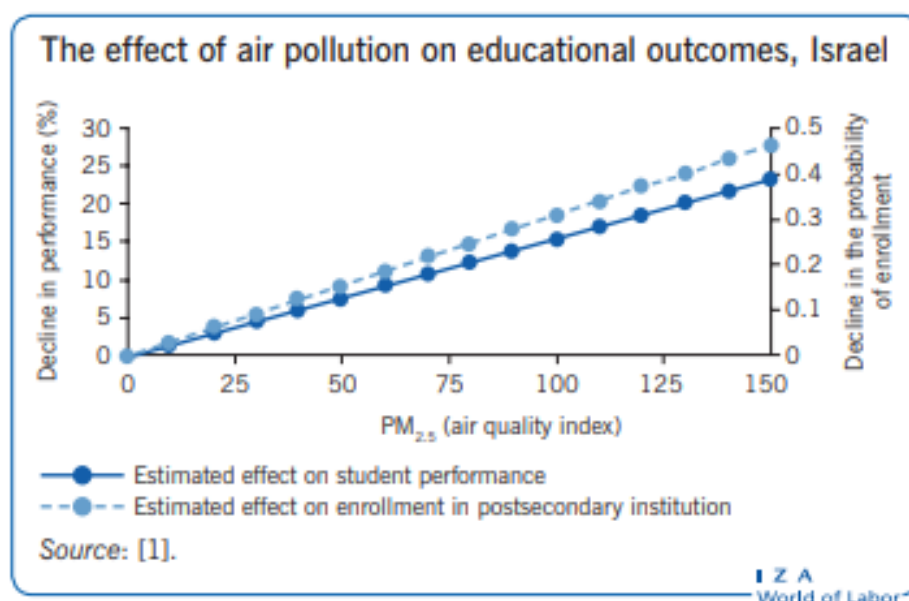
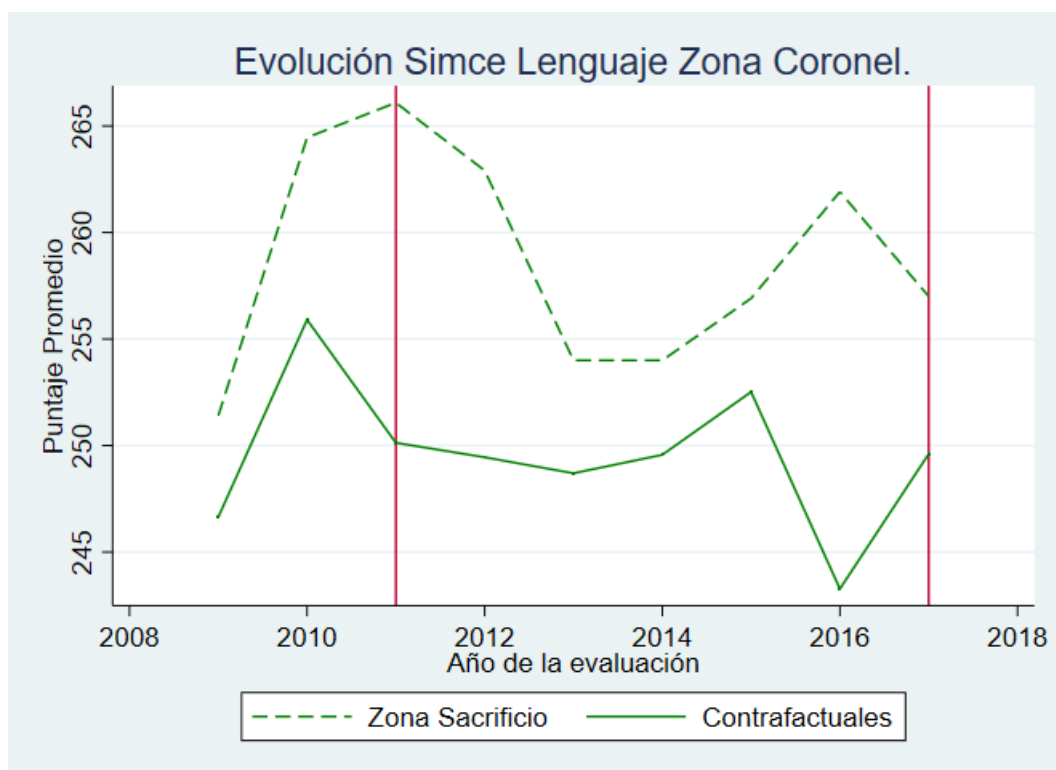
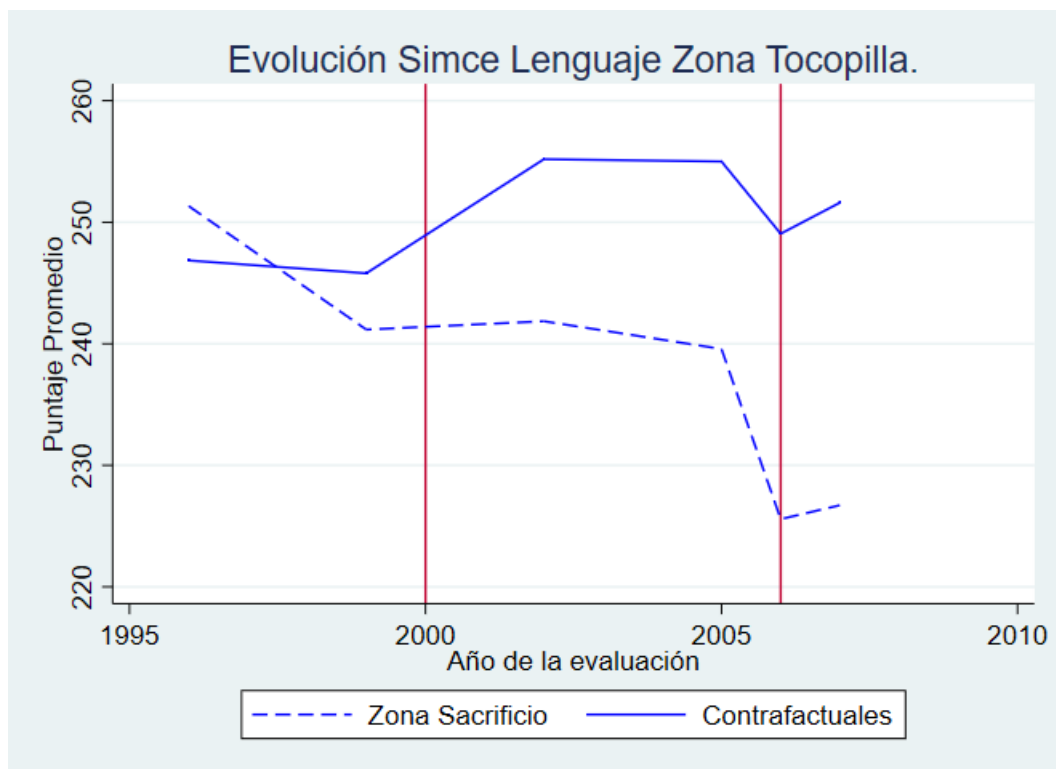
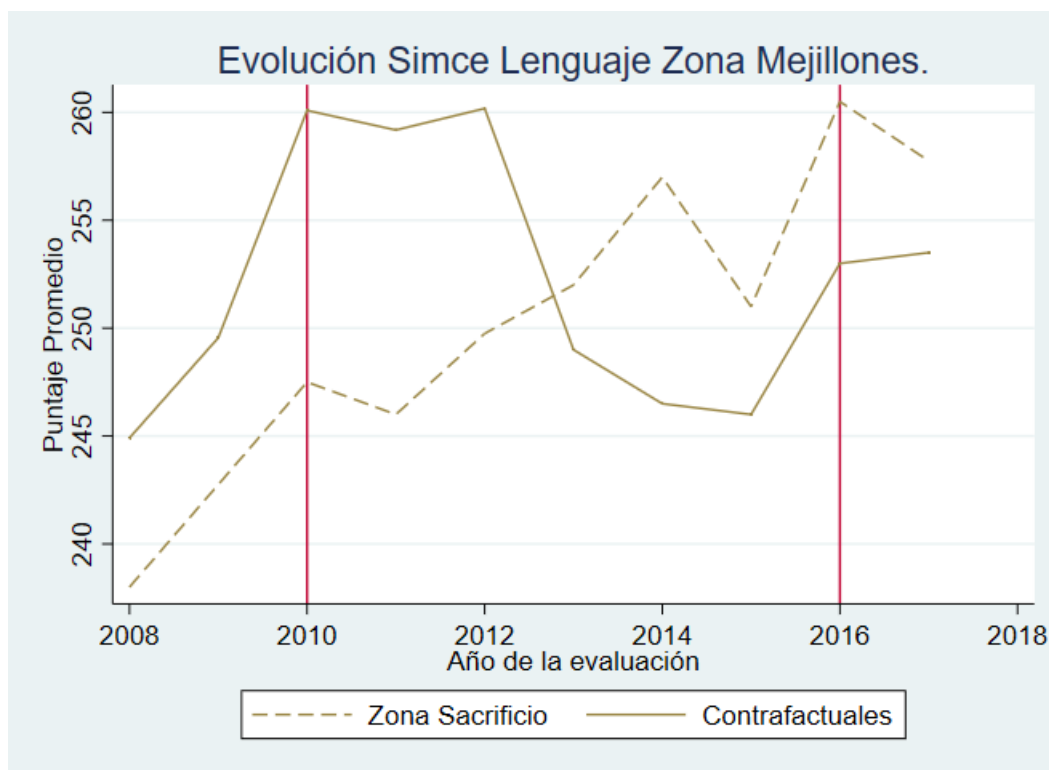


Figura 3: Air pollution, educational achievements and human capital formation.

9.2. Tendencias paralelas.





9.3. Resultados.

Cuadro 3: Resultados Finales DIF-DIF Lenguaje

	DIF-DIF Simple Lenguaje	Efectos Fijos Lenguaje	Efectos Aleatorios Lenguaje
ZS=1	3.0672 (1.09)	0.0000 (.)	3.6977 (0.88)
periodo=1	2.4922 (0.47)	5.1543 (0.46)	1.9252 (0.26)
ZS=1 × periodo=1	-7.9677 (-1.44)	-12.2897* (-1.96)	-10.5700 (-1.59)
IDH	107.5657** (2.29)	0.0000 (.)	110.3504* (1.84)
Personas hogar	-3.9210** (-2.48)	1.7826 (0.47)	-2.6106 (-1.14)
Educación madre	39.6080** (3.79)	34.4885* (1.86)	42.7610** (3.44)
Pronóstico hijo/a	27.8257** (3.23)	11.9468 (0.80)	25.4826** (2.56)
Ingresos	-2.1584 (-1.09)	4.1234 (0.77)	1.4063 (0.47)
Reuniones	14.6021** (2.67)	-16.7911 (-1.22)	8.8707 (0.95)
Ruralidad	-10.9121* (-1.83)	1.5253 (0.09)	-9.5463 (-1.02)
Constant	124.7269** (4.13)	272.0286** (3.31)	176.3621** (3.62)
Observations	210	177	177
Adjusted R^2	0.418	0.246	

t statistics in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$

Cuadro 4: Resultados Finales en logaritmo

	DIF-DIF Simple		Efectos Fijos		Efectos Aleatorios	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
ZS	0.0126 (1.14)	0.0070 (0.50)	0.0000 (.)	0.0000 (.)	0.0148 (0.87)	0.0061 (0.32)
Periodo	0.0089 (0.43)	0.0333 (1.51)	0.0222 (0.49)	0.0321 (0.75)	0.0052 (0.18)	-0.0079 (-0.24)
ZS × Periodo	-0.0363 (-1.61)	-0.1105** (-3.65)	-0.0515** (-2.04)	-0.1198** (-3.36)	-0.0456* (-1.69)	-0.1125** (-3.68)
IDH	0.4128** (2.19)	0.1065 (0.48)	0.0000 (.)	0.0000 (.)	0.4246* (1.75)	0.3129 (1.17)
Personas hogar	-0.0160** (-2.53)	-0.0238** (-3.13)	0.0075 (0.49)	-0.0219* (-1.72)	-0.0102 (-1.10)	-0.0289** (-2.79)
Educación madre	0.1594** (3.82)	0.1220** (2.53)	0.1293* (1.75)	0.0773 (1.26)	0.1653** (3.27)	0.1112* (1.95)
Repitencia	-0.0329 (-1.45)	-0.0299 (-1.06)	-0.1082 (-0.87)	-0.0440 (-0.34)	-0.0707 (-0.95)	-0.0913 (-1.10)
Pronostico hijo/a	0.1163** (3.32)	0.0302 (0.69)	0.0531 (0.86)	-0.0204 (-0.25)	0.1090** (2.70)	0.0436 (0.96)
Reuniones	0.0569** (2.61)	0.0587** (2.36)	-0.0742 (-1.29)	-0.1787** (-2.18)	0.0342 (0.91)	0.0055 (0.13)
Ruralidad	-0.0441* (-1.86)	-0.0356 (-1.16)	-0.0029 (-0.04)	-0.0213 (-0.32)	-0.0416 (-1.10)	-0.0180 (-0.43)
Ya ahí está [1em] Constante	5.0117** (41.32)	5.1016** (37.95)	5.6368** (16.67)	6.2914** (13.81)	5.2206** (26.51)	5.4561** (24.90)
Observations	210	210	177	177	177	177
Adjusted R^2	0.418	0.363	0.245	0.329		

t statistics in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$

9.4. Estimación del placebo.

Cuadro 5: Estimación del Placebo

	DIF-DIF Simple		Efectos Fijos		Efectos Aleatorios	
	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas	Lenguaje	Matemáticas
ZS	-10.1602** (-3.29)	-12.1827** (-3.80)	0.0000 (.)	0.0000 (.)	-11.3040** (-2.85)	-13.8206** (-3.84)
Periodo Placebo	1.7136 (0.48)	5.2832 (1.52)	-5.3478 (-0.56)	4.5203 (0.43)	-7.2855 (-1.18)	-4.1662 (-0.72)
ZS × Periodo Placebo	3.3846 (0.56)	0.1451 (0.02)	5.8278 (0.82)	-0.2553 (-0.03)	4.9314 (0.91)	1.4547 (0.27)
IDH	27.3821 (0.72)	71.1097* (1.73)	0.0000 (.)	0.0000 (.)	33.9826 (0.67)	40.7892 (0.92)
Personas Hogar	-7.0399** (-3.17)	-3.6296* (-1.83)	1.6414 (0.61)	-1.6273 (-0.53)	-3.7565 (-1.61)	-3.3154 (-1.53)
Educación Madre	48.7388** (3.80)	24.7881* (1.83)	21.6699 (1.46)	13.8328 (0.80)	51.2934** (3.74)	53.1981** (3.66)
Repitencia	-28.1056** (-2.85)	-22.1312** (-2.50)	-40.8279** (-2.09)	-16.4205 (-0.96)	-29.9302* (-1.87)	-22.7801 (-1.50)
Pronóstico Hijo/a	24.1836** (2.85)	19.9522** (2.58)	26.3216* (1.75)	30.6805** (2.22)	30.4581** (2.81)	40.6391** (3.92)
Reuniones	3.4177 (0.90)	13.3737** (4.12)	-11.5822 (-0.82)	12.3958 (1.06)	8.1441 (1.14)	20.2796** (3.13)
Ruralidad	-10.1590 (-0.70)	0.1084 (0.01)	-17.1308** (-2.40)	-22.6915** (-3.08)	-12.7940 (-1.43)	-4.5983 (-0.56)
Constante	217.9483** (5.42)	158.2848** (4.97)	253.4611** (3.85)	158.4780** (3.13)	184.1682** (4.13)	103.1263** (2.48)
Observations	247	247	228	228	228	228
Adjusted R^2	0.395	0.420	0.191	0.153		