

Rendimiento escolar de los estudiantes expuestos a contaminación por polimetales en Arica, 2017-2020

El presente informe tiene por objetivo presentar un análisis descriptivo del rendimiento escolar de los estudiantes expuestos a contaminación por polimetales en la Región de Arica, por medio del seguimiento del promedio de notas estandarizado y el porcentaje de asistencia durante los años posteriores a la realización del Documento de trabajo N° 1 (Centro de Estudios MINEDUC, 2017), es decir, del periodo 2017-2020. Con dicho propósito, se utilizó en primer lugar la información disponible en el estudio de Rosas et al. (2016) que contiene un registro de estudiantes pertenecientes a la ciudad de Arica, según la condición de beneficiarios o no beneficiarios de la Ley de Polimetales. Además, se emplearon datos sobre la concentración de plomo en la sangre (medida en $\mu\text{g/dL}$) de los beneficiarios de la Ley de Polimetales proporcionada por el Ministerio de Salud (MINSAL). Finalmente, se utilizó información del rendimiento escolar de los estudiantes en el periodo en cuestión perteneciente al Ministerio de Educación (MINEDUC).

El documento se estructura de la siguiente forma: i) antecedentes, ii) evidencia previa, iii) nuevos resultados, y iv) síntesis y conclusiones.

1. Antecedentes

La Ley N°20.590 o Ley de Polimetales establece un programa de acción en las zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica, donde el Ministerio de Educación debe implementar diversas acciones destinadas a apoyar a los alumnos beneficiarios. Tales obligaciones están dispuestas en el Artículo N°10 de esta Ley, y entre ellas se establece “Realizar estudios que permitan detectar el daño cognitivo y la afectación que la contaminación por Polimetales ha provocado en los alumnos beneficiarios de esta Ley. Los estudios en cuestión serán realizados por el Ministerio de Educación en coordinación con el Ministerio de Salud” (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2012). La condición de beneficiario de la Ley de Polimetales queda definida en el Artículo N°22 del decreto N°113, considerando a “pobladores y ex pobladores que habiten o hayan habitado, según sea el caso, en el perímetro definido en el Programa Maestro de Intervención de Zonas con Presencia de

Polimetales de Arica”¹ los cuales deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos de haber experimentado un tiempo mínimo de exposición a polimetales², y haber residido en alguno de los lugares definidos en el Artículo N°24³ (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2013).

2. Evidencia previa

En el marco de la Ley y las disposiciones del Artículo N°10, actualmente se han llevado a cabo dos investigaciones con el fin de establecer la existencia de algún tipo de daño cognitivo provocado por la contaminación por polimetales. A continuación, se presentan estos estudios, sus objetivos y resultados.

Rosas et al. (2016) realizaron una evaluación de impacto de la contaminación por polimetales en la ciudad de Arica, que tuvo como objetivo general evaluar la existencia de diferencias en el rendimiento cognitivo entre beneficiarios y no beneficiarios de la Ley de Polimetales a partir de diferentes medidas cognitivas. En sus resultados no encuentran diferencias significativas entre estos grupos al comparar medidas de inteligencia colectiva y en la evaluación de funciones ejecutivas, pero detectan una diferencia estadísticamente significativa a favor del grupo de no beneficiarios en la evaluación individual de inteligencia. Sin embargo, al controlar por la escolaridad de la madre, esta diferencia desaparece.

A su vez, el Centro de Estudios MINEDUC (2017) estudió las diferencias en el desempeño escolar de los estudiantes expuestos a contaminación por polimetales en Arica, para lo cual analiza los efectos que podría tener la concentración de plomo en la sangre sobre el desempeño escolar. En sus resultados no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes beneficiarios y no beneficiarios de la Ley, tanto en el promedio de notas estandarizado como en el porcentaje de asistencia.

¹ A continuación, se utilizará de forma indistinta Programa Maestro de Intervención de Zonas con Presencia de Polimetales de Arica o el programa.

² Se establecen tres casos de tiempo mínimo según la edad de la población: a) Para menores de 18 años cuyas madres cursaron su embarazo con residencia en las zonas definidas en el programa, serán aquellos que presenten alguna patología atribuible a la exposición a arsénico y/o plomo definidas por el Ministerio de Salud; b) Para menores de 18 años que posean 6 meses o más de residencia en zonas con presencia de polimetales definidas en el programa, corresponderán a aquellos que hayan presentado o que presenten niveles de arsénico inorgánico en la orina mayor a 35 µg/L y/o niveles de plomo en la sangre superiores a 10 µg/dL; c) Para población mayor de 18 años, deberá acreditar haber habitado al menos 5 años en zonas señaladas en el Artículo N°24.

³ El Artículo N°24 del decreto N°113 identifica los conjuntos habitacionales establecidos en las zonas definidas en el programa, los cuales pueden ser revisados en la tabla 3 del anexo.

3. Nuevos resultados

Los estudios mencionados, que se desarrollaron bajo la Ley de Polimetales, evidencian que no existen diferencias significativas entre individuos beneficiarios y no beneficiarios. No obstante, la presente publicación busca complementar la información disponible mediante un análisis distinto, a fin de observar y comprobar que las trayectorias de rendimiento escolar, en los años siguientes a los estudios realizados (periodo 2017-2020), se hayan mantenido sin cambios significativos.

3.1. Metodología

Se empleó la muestra utilizada en el estudio de Rosas et al. (2016), la cual se conforma de estudiantes de 6 a 17 años que cursan de 1° básico a 4° medio pertenecientes a la ciudad de Arica, tanto en condición de beneficiarios como no beneficiarios de la Ley de Polimetales. A esta muestra determinada se le realizó un seguimiento desde el año 2017 al 2020 con los datos de rendimiento escolar del MINEDUC. Cabe destacar que durante este seguimiento hay un grupo de alumnos que abandona la muestra por motivos como: finalización de su etapa escolar al egresar de 4° medio, cambio de comuna de residencia, abandono temporal o permanente del sistema escolar, entre otros.

La muestra consta de 415 observaciones, de las que se consideraron solo los alumnos aprobados y reprobados excluyendo a quienes fueron retirados y los sin información (25); por lo tanto, la muestra final cuenta con 390 observaciones.

3.2. Resultados

La tabla 1 presenta el promedio de notas estandarizado para el periodo en estudio. La estandarización se realiza con el fin de hacerlas comparables entre sí obteniendo valores en torno al 0; de esta forma, los valores superiores a 0 indican un rendimiento mejor al resto de los compañeros, mientras que los inferiores muestran un rendimiento peor respecto al resto. Se observa que los alumnos beneficiarios se encuentran en una peor posición relativa en comparación con aquellos no beneficiarios, sin embargo, estas diferencias no son significativas al 95% de confianza. El resultado va en línea con lo encontrado en los estudios mencionados, lo que se traduce en que ambos grupos de estudiantes no son diferentes en cuanto a sus promedios de notas. Adicionalmente, se observa una disminución del promedio para ambos grupos, no obstante, no es posible ahondar en este resultado debido a la existencia de diversos factores que afectan la composición de la muestra durante el periodo.

Tabla 1. Promedio de notas estandarizadas según condición

	Beneficiarios			No beneficiarios			Diferencia	P-value
	N°	Media	Desv. est.	N°	Media	Desv. est.		
2016	200	0,07	0,86	190	0,20	0,94	-0,13	0,16
2017	183	0,03	0,91	170	0,13	0,99	-0,10	0,33
2018	161	-0,01	0,95	149	0,07	1,03	-0,09	0,44
2019	142	-0,05	0,97	128	0,05	0,97	-0,10	0,41
2020	121	0,01	0,90	109	-0,05	1,00	0,05	0,67

Nota 1: El universo es de 415 observaciones. Solo se consideraron los alumnos Aprobados y Reprobados, dejando fuera a aquellos Retirados y Sin Información (25) del Documento de Trabajo N°1 (Centro de Estudios MINEDUC, 2017). El promedio de notas de los alumnos fue estandarizado por curso en cada colegio.

Nota 2: Ninguna de las diferencias de media resulta significativa al 10%.

La tabla 2 presenta los resultados obtenidos en el test de diferencias de medias del porcentaje de asistencia, según condición de beneficiario. En este se exhibe que los alumnos beneficiarios tienen un mayor porcentaje de asistencia desde el año 2017 al 2020, sin embargo, estas diferencias no son significativas al 95% de confianza.

Tabla 2. Porcentaje promedio de asistencia según condición 2016-2020

	Beneficiarios			No beneficiarios			Diferencia	P-value
	N°	Media	Desv. est.	N°	Media	Desv. est.		
2016	200	92,89	5,32	190	93,22	6,21	-0,33	0,57
2017	183	93,05	5,04	170	93,00	5,89	0,05	0,93
2018	161	93,35	5,63	149	92,50	7,37	0,84	0,26
2019	142	92,70	5,75	128	92,34	7,77	0,36	0,66
2020	121	93,68	10,11	109	91,57	14,21	2,11	0,19

Nota 1: El universo es de 415 observaciones. Solo se consideraron los alumnos Aprobados y Reprobados, dejando fuera a aquellos Retirados y Sin Información (25) del Documento de Trabajo N°1 (Centro de Estudios MINEDUC, 2017). El promedio de notas de los alumnos fue estandarizado por curso en cada colegio.

Nota 2: Ninguna de las diferencias de media resulta significativa al 10%.

Los resultados presentados en esta sección se condicen con lo presentado en el trabajo “Diferencias en el desempeño escolar de los estudiantes expuestos a contaminación por Polimetales en Arica” (Centro de Estudios MINEDUC, 2017).

4. Síntesis y conclusiones

En este informe se presentaron los resultados de dos investigaciones realizadas en el marco de la Ley de Polimetales, las que tienen como foco de interés variables educacionales tales como el coeficiente intelectual y otras medidas de inteligencia, así como también, el promedio de notas estandarizado y el porcentaje de asistencia de los alumnos beneficiarios y no beneficiarios de esta Ley. Ambos estudios obtienen resultados que confirman que no existen diferencias estadísticamente significativas en las variables mencionadas entre ambos grupos de estudiantes.

Junto con lo anterior, los resultados del seguimiento que se exponen (reflejados en la tabla 1 y 2) dan cuenta que no existen diferencias estadísticamente significativas al considerar el promedio de notas estandarizado y la asistencia de los alumnos para el periodo 2017-2020. Estos resultados van en la misma dirección de los hallazgos encontrados en los estudios anteriores, lo que evidencia que es poco probable que existan diferencias significativas entre ambos grupos para la población de educación escolar en alguna variable no considerada en estas investigaciones.

Para continuar indagando los posibles daños cognitivos, se requeriría estudiar una nueva muestra de alumnos que se encuentre cursando educación terciaria y que cumpla determinadas características como: pertenecer a una misma cohorte o tener una edad similar, y que se encuentren matriculados en programas similares. Estas condiciones se detallan a continuación:

Primero, la muestra debe componerse por el grupo de tratamiento⁴ que está determinado mediante la información entregada por el Ministerio de Salud (MINSAL), la cual considera a todos aquellos que son beneficiarios de la Ley de Polimetales. Mientras que el grupo de control debe ser un conjunto de individuos que viva en la ciudad de Arica y que no haya habitado cerca o en el sector F, sitio en el que fueron depositados los barros con polimetales.

Segundo, los alumnos deben formar parte de programas similares y pertenecer a las mismas cohortes del grupo de tratamiento para así garantizar que no existan diferencias en variables observables entre ambos grupos, tales como edad, escolaridad, tipo de formación, etc. Este punto representa un gran nivel de esfuerzo logístico, al buscar un individuo del grupo control que tenga características similares al del grupo tratamiento y así establecer la comparabilidad de ambos con el fin de garantizar la validez de los resultados⁵.

Además de los dos puntos anteriores, deben considerarse las condiciones para obtener un tamaño de muestra óptimo que permita realizar inferencia estadística, la que puede verse afectada por la disponibilidad de beneficiarios estudiando en educación superior y la posibilidad de encontrar un grupo de control que cumpla con las condiciones mencionadas.

Por otra parte, se debe contemplar la utilización de un instrumento apropiado que permita evaluar el daño cognitivo en adultos y su respectiva complejidad de implementación.

⁴ En la metodología de evaluación de impacto y el diseño de experimentos se utilizan los conceptos de grupos de tratamiento y control. Un grupo de tratamiento es aquel que recibe una intervención, entendiéndose como intervención cualquier factor que le produzca un cambio (Ej.: beneficio a un programa, etc.), en este caso la exposición a contaminación por polimetales. Mientras que el grupo de control es aquel grupo que no se ve afectado por este tratamiento y permite la comparabilidad de los resultados para así realizar inferencia estadística.

⁵ La validez de los resultados tiene especial relevancia, porque bajo el análisis de los resultados se pueden cometer errores que lleven a la no realización de un programa debido a que no se encontraron efectos, o la realización de un programa cuando en realidad no era necesario. En ambos casos se ve afectada la población objetivo y/o el presupuesto.

Finalmente, si bien existe la posibilidad de ejecutar un estudio en alumnos de educación superior, como se ha descrito en los puntos anteriores, actualmente no hay garantías que se cumplan las condiciones mínimas de factibilidad que permitan la validez de los resultados. Además, existe una serie de factores externos a los cuales los individuos pudieron haberse visto expuestos durante su proceso educativo que complejicen la detección del efecto puro de la contaminación por polimetales en el daño cognitivo.

Referencias

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (29 de Mayo de 2012). *LEY N°20.509 Establece un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica*. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1040447>

Ministerio de Educación, Centro de Estudios. (2017). *Diferencias en el desempeño escolar de los estudiantes expuestos a contaminación por polimetales en Arica*. Documento de trabajo N° 1. Santiago, Chile.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (24 de Octubre de 2013). Decreto N°113. *Reglamento de la Ley N°20.590, que establece un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica*. Santiago, Chile.

Rosas, R., Escobar, P., Navarro, V., & Tenorio, M. (2016). *Efecto de la exposición a Polimetales sobre el Rendimiento Cognitivo en Escolares de la ciudad de Arica*. Santiago: Centro de Desarrollo de Tecnologías de Inclusión (CEDETi UC).

Anexos

Tabla 3. Conjuntos habitacionales definidos en el Artículo N°24, decreto N°113

Población	Año de construcción
Alborada	1983
Cerro Chuño I	1993
Cerro Chuño II	1994
Cerro Chuño III	1994-1995
Cerro Chuño IV	1994
Cerro Chuño V	1995
Cerro Chuño VII	1995
Huamachuco I	2001
Huamachuco II	2004
Los Industriales I	1985
Los Industriales II	1994
Los Industriales III	1990-1991
Los Industriales IV	1994
Sica-Sica	Antes de 1983
Villa Araucanía	1990
Prat	1958
Villa Santa María	1989
Chinchorro Alto	1969

Fuente: Decreto N°113. "Reglamento de la ley N°20.590 que establece un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica" (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2013).