
PERCEPCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE ARICA ACERCA DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS POR EL ESTADO DE CHILE A RAÍZ DEL PROBLEMA DE EXPOSICIÓN A POLIMETALES

Daniel Moraga, Héctor Vásquez, Michool Briceño, Andrea Bustamante, Gonzalo Bustos, Milagros Chávez y Claudio Santander

RESUMEN

En 1984 la comunidad ariqueña estuvo expuesta a una carga ambiental de polimetales, a raíz de lo cual el gobierno de Chile promulgó el 29 de mayo de 2012 la Ley N° 20.590 que establece un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica. No obstante, pese a la gran cantidad de recursos destinados a solucionar este problema ambiental, se desconoce el grado de satisfacción de la comunidad respecto al tema. El objetivo del presente trabajo es determinar la percepción de la comunidad ariqueña al año 2018 en relación con las medidas adoptadas para tratar a personas expuestas a polimetales. El estudio constó de un diseño transversal-exploratorio en una muestra compuesta por 300

participantes voluntarios cuyas edades fluctuaban entre los 18 y 68 años. Se aplicó una encuesta que fue dividida en dos segmentos: una ficha de recolección de datos y otra sección de alternativas de selección múltiple atinentes al tema. Para el análisis se utilizó el software SPSS. Se observó una mayor proporción de mujeres (57,7%). Con respecto a la efectividad de las medidas adoptadas para tratar a personas expuestas a polimetales el 59,4% manifestó una valoración negativa. A partir de los resultados obtenidos se puede plantear que la comunidad ariqueña no se encuentra conforme con las medidas tomadas para contrarrestar los efectos de la contaminación por polimetales.

Introducción

La contaminación por polimetales en Arica es una problemática de salud pública en Chile, cada vez más discutida en el transcurso de los años tanto a nivel regional como nacional. Su importancia radica en el impacto que tuvieron los desechos de toneladas de polimetales sobre los grupos humanos que viven cerca de zonas de acopio y han estado expuestos a ellos por largos periodos de tiempo. Este problema se generó cuando en los años 1984 y 1985, la empresa Promel ingresó por el puerto de Arica cerca de 20.000 toneladas de residuos peligrosos con alto

contenido de plomo, arsénico, cadmio, mercurio, cobre y cinc, entre otros (SERVIU, 2010; Tchernitchin *et al.*, 2015; Saavedra, 2019), actualmente denominados 'polimetales'. Estos residuos inicialmente se encontraban en sectores deshabitados en el denominado sitio F del barrio industrial de la ciudad de Arica, por lo que la exposición no se daba de manera directa en las personas sino que en forma indirecta a través de la diseminación causada por los vientos hacia sectores que sí se encontraban habitados; sin embargo, junto al crecimiento demográfico sobrevino la construcción de viviendas en los sectores de acopio, lo que

expuso de forma directa a un mayor número de habitantes.

Como consecuencia de ello, en el año 1996 el Servicio de Salud de Arica, comenzó las gestiones para retirar los acopios de los residuos peligrosos, declarándose 'emergencia sanitaria ambiental' (SERVIU, 2010) lo que determinó, para el año 1998, el traslado de estos residuos a un lugar alejado de la población. No obstante, estas medidas de traslado de polimetales fueron insuficientes, por lo que en el año 2012 se promulgó la ley N° 20.590 (Ley, 2012) que estableció un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna de Arica, cuyo propósito

fue instaurar medidas tales como la cuantificación de la población afectada, la evaluación, diagnóstico y tratamiento de las repercusiones y daños en salud, además de asegurar la continuidad del Programa Maestro de Intervención de Zonas con Presencia de Polimetales en Arica (CONAMA, 2009). La ley N° 20.590 permitió el trabajo conjunto, colaborativo y sinérgico de distintos ministerios gubernamentales, incluyendo los Ministerios de Salud, Vivienda y Urbanismo, Medio Ambiente y Educación, los cuales fueron supervisados para efectos de esta ley por una autoridad coordinadora local.

PALABRAS CLAVE / Comunidad / Contaminación / Percepción Social / Polimetales /

Recibido: 10/01/2019. Modificado: 29/06/2020. Aceptado: 07/07/2020.

Daniel Moraga (Autor de correspondencia). Doctor en Ciencias en Biología, Universidad de Chile. Profesor, Universidad de Tarapacá, Chile. Dirección: Departamento Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Arica-Chile. e-mail: dmm2640@gmail.com.

Héctor Vásquez. Kinesiólogo. Licenciado en Rehabilitación. Magister en Salud Pública y cursante del programa de Magister en Antropología, Universidad de Tarapacá, Chile. Docente, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.
Michool Briceño. Estudiante de Medicina, Facultad de Ciencias

de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.
Andrea Bustamante. Estudiante de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.
Gonzalo Bustos. Estudiante de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.

Milagros Chávez. Estudiante de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.
Claudio Santander. Estudiante de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Chile.

PERCEPTION OF THE POPULATION OF THE CITY OF ARICA ABOUT THE MEASURES ADOPTED BY THE CHILEAN STATE AS A RESULT OF THE PROBLEM OF EXPOSURE TO POLYMETALS

Daniel Moraga, Héctor Vásquez, Michool Briceño, Andrea Bustamante, Gonzalo Bustos, Milagros Chávez and Claudio Santander

SUMMARY

In 1984, the community of Arica, Chile, was exposed to an environmental burden of polymetals, as a result of which the Chilean government enacted the law No. 20,590 on May 29, 2012, which establishes an intervention program in areas with presence of polymetals in the Commune of Arica. However, despite the large amount of resources devoted to solve this environmental problem, the degree of satisfaction of the community with respect to the issue is still unknown. The goal of this study is to determine the perception of Arica's community in 2018 in relation to the measures adopted to treat people exposed to polymetals. An exploratory cross-design study

was carried out in a sample of 300 volunteer participants with ages between 18 and 68 years. A survey was applied, which was divided into two segments: a data collection sheet and another section of multiple-choice alternatives related to the topic. SPSS software was used for analysis. Results show a higher proportion of women (57,7%) in the sample. Regarding the effectiveness of the measures adopted to treat people exposed to polymetals 59,4% declared a negative evaluation. From the results obtained, it can be affirmed that Arica's community does not agree with the measures taken to counteract the effects of polymetal contamination.

PERCEÇÃO DA POPULAÇÃO DA CIDADE DE ARICA SOBRE ÀS MEDIDAS ADOTADAS PELO ESTADO DO CHILE COMO RESULTADO DO PROBLEMA DE EXPOSIÇÃO A POLIMETAIS

Daniel Moraga, Héctor Vásquez, Michool Briceño, Andrea Bustamante, Gonzalo Bustos, Milagros Chávez e Claudio Santander

RESUMO

Em 1984, a comunidade de Arica, Chile, foi exposta a uma carga ambiental de polimetais, em consequência da qual o governo chileno promulgou a Lei nº 20.590 em 29 de maio de 2012, que estabelece um programa de intervenção em áreas com presença de polimetais na comuna de Arica. No entanto, apesar da grande quantidade de recursos destinados à solução desse problema ambiental, o grau de satisfação da comunidade em relação ao problema ainda é desconhecido. O objetivo do trabalho foi determinar a percepção da comunidade de Arica para o ano de 2018 em relação às medidas adotadas para tratar pessoas expostas a polimetais. O estudo foi de delineamento exploratório

em uma amostra de 300 participantes voluntários cujas idades variaram entre 18 e 68 anos. Foi aplicada uma pesquisa, dividida em dois segmentos: uma planilha de coleta de dados e outra seção de múltiplas alternativas de seleção relacionadas ao tópico. O software SPSS foi utilizado para a análise. A amostra do estudo teve uma proporção maior de mulheres (57,7%). Quanto à efetividade das medidas adotadas para tratar pessoas expostas a polimetais 59,4% afirmaram avaliação negativa. A partir dos resultados obtidos, pode-se argumentar que a comunidade de Arica não está de acordo com as medidas tomadas para combater os efeitos da contaminação por polimetalo.

Con la finalidad de intentar aplacar los efectos de esta exposición a polimetales en la población expuesta, el gobierno chileno aplicó en el año 2012 estas medidas urgentes contenidas en la Ley N° 20.590; no obstante, no existe claridad sobre la opinión de la población respecto de los impactos de la aplicación de esta ley en su salud, luego de más de seis años de aplicación. Por lo tanto, sería relevante conocer la percepción de la comunidad ariqueña en relación a las medidas adoptadas para tratar a las personas expuestas a polimetales. Para ello, y como una forma de evaluar esta percepción, nos propusimos investigar la opinión de la comunidad de Arica sobre la efectividad de las medidas

y en particular si fueron suficientes para disminuir los efectos que estos polimetales tienen sobre los diferentes ámbitos que constituyen la esfera vital de la comunidad afectada. En el presente estudio, se entiende por percepción la 'sensación interior' (RAE, 2018) o impresión material hecha en nuestros sentidos por algún factor externo (Cobos *et al.*, 2016) que contribuye a desarrollar un proceso cognitivo a través del reconocimiento, la interpretación y la significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas de este ambiente físico y social, a través de procesos psíquicos como el aprendizaje, la memoria y la simbolización (Vargas, 1994).

Material y Métodos

El presente estudio es de diseño transversal-exploratorio. La muestra fue de tipo no probabilística por la factibilidad del estudio y estuvo compuesta por 300 participantes voluntarios de un total de 226.068 habitantes en la región de Arica y Parinacota (INE, 2018), cuyas edades fluctuaban entre los 18 y 68 años. Se diseñó una encuesta dividida en dos segmentos: el primero fue utilizado para la recolección de datos personales, familiares y antecedentes mórbidos; sin embargo, los datos de nombre y documento de identidad fueron excluidos de la base de datos, manteniendo así el anonimato de las respuestas y la protección de los datos

sensibles de los participantes. El segundo segmento se enfocó en rescatar la percepción de la comunidad ariqueña sobre la problemática de los polimetales con 14 preguntas de selección múltiple más dos preguntas abiertas, y un enunciado evaluativo general de 1 a 7 (1 correspondía a la peor nota que se podía asignar y 7 a la mejor calificación posible) para un análisis cuantitativo de ese dato. La encuesta incluyó un consentimiento informado adosado a ella, el cual fue revisado y aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Tarapacá (Constancia de aprobación N°22/2018), según las normas éticas correspondientes (Iriarte *et al.*, 2020). En forma previa, se realizó la validación de la

encuesta con 10 personas entre 19 y 75 años seleccionadas al azar de la población de Arica quienes aceptaron participar voluntariamente de la validación de la encuesta.

Durante un mes la encuesta fue aplicada a los participantes en distintos lugares de la ciudad como centros educativos, calles de la ciudad, centros recreativos, entre otros. Para el análisis de este estudio las variables de la encuesta se organizaron en dos grupos: un grupo acerca del nivel de conocimientos sobre el problema de contaminación y el segundo grupo sobre la percepción de la situación actual del problema de contaminación por polimetales en la ciudad. Los datos obtenidos fueron incluidos en el *Software Statistical Package for Social Science* (SPSS) versión 24.0 para su análisis estadístico. Las variables cualitativas sexo, conocimiento de la problemática de polimetales, conocimiento de la Ley 20.590, conocimiento de las medidas adoptadas, calidad de beneficiario de la Ley 20.590, percepción del nivel de efectividad de las medidas, percepción de la situación actual de la exposición y percepción de la disponibilidad de información se analizaron mediante medidas de frecuencia (porcentajes). Las variables cuantitativas edad y nota de evaluación a las medidas adoptadas para tratar a las personas expuestas a polimetales se analizaron mediante medidas de tendencia central (media).

Resultados

En la Figura 1 se observa la distribución de las frecuencias de edad según el sexo. Hay una mayor proporción de mujeres (57,7%) en comparación a los varones (42,3%). Estos últimos con una media de $38,8 \pm 8,0$ años y las mujeres con $36,7 \pm 8,5$ años ($p=0,035$).

En la Tabla I se observa la distribución en porcentajes de las respuestas a las variables relacionadas al nivel de conocimientos sobre el problema de contaminación por poli-

TABLA I
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA PERCEPCIÓN DE LOS ARIQUEÑOS RESPECTO AL CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN POR POLIMETALES

Pregunta	Respuestas	Porcentaje
¿Conoce problema de Polimetales? (n= 300)	Sí, soy afectado	8,7
	Sí, pero no soy afectado	67
	No	23,3
	No me interesa	1
¿Conoce la Ley 20.590? (n= 291)	La conozco y puedo hablar sobre el tema	5,8
	He escuchado hablar sobre ella	31,3
	No la conozco	62,2
	No me interesa	0,7
¿Conoce las medidas adoptadas? (n=291)	Sí, las conozco perfectamente	3,1
	Sí, pero no todas	49,5
	No sabía que se habían tomado medidas	46,7
	No me interesa	0,7
¿Usted es beneficiario de la ley 20.590? (n= 279)	Sí	3,2
	No	79,2
	No lo sé	17,2
	No me interesa	0,4

metales en la ciudad de Arica. Con respecto al conocimiento del problema de polimetales, el 75,7% de los encuestados refirió saber del tema y de ellos solo un 8,7% son personas que se reconocen como afectados. En cuanto al conocimiento de la Ley 20.590, el 62,2% refiere no conocerla, mientras que un 5,8% dice conocerla y poder hablar del tema. En cuanto a las medidas adoptadas, el 49,5% dice conocer parcialmente las medidas adoptadas por el Estado chileno para enfrentar la

problemática de contaminación, mientras que el 46,7% desconoce las medidas implementadas. Finalmente, solo el 3% de los encuestados dijo tener calidad de beneficiario, mientras que un 17,2% indicó no saber si calificaba como beneficiario.

En la Tabla II se observa la distribución en porcentaje de las respuestas a las variables relacionadas con la percepción respecto de la situación actual del problema de contaminación por polimetales en la ciudad. Con respecto a la

efectividad de las medidas, el 40,6% de los encuestados tiene una valoración positiva de las medidas que se adoptaron, mientras que el 59,4% manifiesta una valoración negativa. En relación a la percepción sobre la exposición actual de la comunidad ariqueña a los polimetales, un 84,8% tiene la percepción que actualmente siguen expuestos a la contaminación por polimetales, un 12,5% cree que las medidas implementadas eliminaron la contaminación y un 2,7% se muestra desinteresado en el tema. Finalmente, con relación a la información disponible sobre la problemática por polimetales, un 11,3% percibe un acceso rápido a la información, mientras que un 20,7% refiere lo opuesto y un 65,1% manifiesta no haber investigado lo suficiente.

La Tabla III muestra las variables edad y nota de evaluación de las medidas adoptadas estratificadas según sexo. Se observó una mayor edad en los varones en comparación a las mujeres ($p=0,035$). En relación a la puntuación de 1-7 en la calificación de las medidas adoptadas, se obtuvo un promedio de nota 4,3 en hombres y 3,9 en mujeres y no se observaron diferencias estadísticamente significativas según sexo ($p=0,058$).

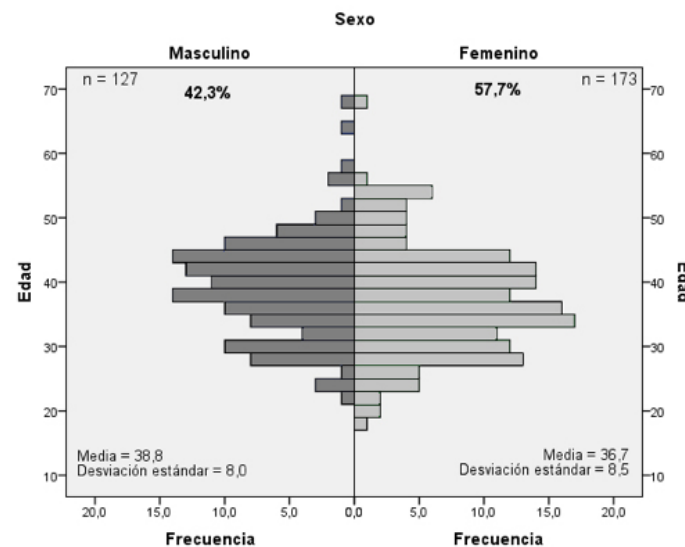


Figura 1. Descripción de la muestra según sexo y edad.

TABLA II
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA PERCEPCIÓN DE LOS ARIQUEÑOS RESPECTO A LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN POR POLIMETALES

Pregunta	Respuestas	Porcentaje
¿Cree que fueron efectivas las medidas para sanitizar las zonas con desechos de polimetales? (n= 202)	Sí, fueron efectivas y no se requieren otras medidas porque el problema está solucionado	4,5
	Sí, fueron efectivas pero podrían aplicarse mejores medidas	36,1
	No, fueron insuficientes	48,5
	No solucionaron nada del problema	10,9
¿Cree que aún está siendo afectada la población ariqueña por desechos de polimetales? (n= 255)	Sí, igual que antes	27,1
	Sí, pero en menor medida	57,7
	No, se han tomado medidas y se pudo impedir oportunamente la situación	12,5
	No me interesa	2,7
¿Considera que se ha entregado información suficiente a la población (n= 275)	Sí, la población tiene acceso rápido a la información	11,3
	No me ha sido fácil hallar dicha información a pesar de haber buscado minuciosamente	20,7
	No he investigado lo suficiente	65,1
	No me interesa	2,9

TABLA III
ANÁLISIS COMPARATIVO NO PARAMÉTRICO DE VARIABLES CUANTITATIVAS SEGÚN SEXO

Variables	n	Mujer	Varón	p*
		Media +DE	Media +DE	
Edad (años)	282	36,7 ±8,5	38,8 ±8,0	0,035
Nota de calificación (puntos)	191	3,9 ±1,3	4,3 ±1,4	0,058

DE: desviación estándar.

*Se utiliza prueba t de Student para muestras independientes.

Discusión

La exposición humana a polimetales desencadena diversas patologías causadas por su acumulación en el organismo (Rodríguez-Heredia, 2017). En la ciudad de Arica, el plomo y el arsénico se encuentran en grandes concentraciones en el suelo y en el agua potable, aguas superficiales y freáticas de diversos poblados (Tchernitchin *et al.*, 2015). Las patologías causadas por exposición prolongada a estos materiales incluyen trastornos en el desarrollo mental y/o intelectual de infantes, entre ellas trastorno por déficit de atención e hiperactividad en niños asociada al arsénico (Muñoz *et al.*, 2020), enfermedades de origen cardiovascular, lesiones en la piel y trastornos vasculares, infertilidad y varios tipos de cáncer (Tchernitchin *et al.*, 2015). El Centro Internacional de Investigaciones contra el Cáncer (IARC) clasifica al arsénico en

el grupo I de sustancias cancerígenas que afectan a la piel (Londoño-Franco *et al.*, 2016), por lo cual las medidas implementadas no solamente deben estar enfocadas a la solución de la contaminación sino también a la salud de aquellos individuos que estuvieron afectados.

Existen varias metodologías para solucionar la problemática de la contaminación del suelo por metales pesados, tanto por métodos físicos, químicos, fisicoquímicos, biológicos y físico-biológicos, destacando, dentro de los métodos biológicos, la biorremediación por sus ventajas respecto a los otros métodos por ser de bajo costo, alta eficacia y reutilizable (Sharma *et al.*, 2018). Esta es una técnica para eliminar o convertir contaminantes nocivos como los metales pesados en sustancias menos nocivas y/o eliminar elementos tóxicos del ambiente contaminado empleando biomasa viva o muerta (Kapahi y Sachdeva, 2019).

Diversas investigaciones han demostrado la eficacia del uso de biomasa en disminuir la concentración de los polimetales y con ello sus efectos nocivos (Ayangbenro y Babalola, 2017; Karn y Pan, 2017; Gutiérrez-Benítez *et al.*, 2015). A diferencia de Chile, en otros países como Colombia las soluciones implementadas contra la contaminación por polimetales han tenido un enfoque de biorremediación por medio de la bioadsorción de plomo por hongos como *Saccharomyces cerevisiae*. Esta implementación arrojó resultados eficaces con una remoción aproximada del 90% de metales pesados en soluciones acuosas (Pauro-Roque *et al.*, 2009). Por otro lado, en Cuba existen investigaciones sobre el uso del alga marina *Sargassum* para la remoción de metales pesados dada la presencia de sitios activos para la bioadsorción de estos (Gutiérrez-Benítez *et al.*, 2015).

En Arica, las medidas utilizadas para mitigar la contaminación con polimetales no contemplaron soluciones basadas en la biorremediación, sino que se intentó con otras medidas disminuir los efectos crónicos que se aprecian en la comunidad a través de la relocalización de los desechos tóxicos por el Servicio de Salud de Arica en el año 1996, y posteriormente la implementación de servicios de salud ambiental y la redistribución de las viviendas, entre otras medidas. Sin embargo, luego de tantos años no existe una evaluación de cómo estas medidas impactaron en la comunidad y la percepción de la población respecto a ello.

En este primer aporte exploratorio se observó que una gran proporción de personas conocen del problema (75,7%), pero a la vez una gran proporción (62,2%) desconoce la Ley que busca remediar el problema, mientras que un grupo considerable (46,7%) no conoce sobre la implementación de medidas para remediar el problema de contaminación. Esta falta de conocimientos puede limitar las conclusiones del presente estudio, por lo cual se planifica a futuro generar estudios probabilísticos con criterios de exclusión que eviten el sesgo del desconocimiento.

Respecto al conocimiento de ser o no beneficiario de la Ley 20.590, un 16% del total de individuos que contestaron la encuesta reportó no saber respecto a su calidad de beneficiario lo cual permite reflexionar sobre el origen de la desinformación. ¿Será un problema de información por parte de las entidades responsables o una falta de interés por parte de los potenciales beneficiarios?

Al analizar la percepción respecto a la situación actual del problema de contaminación por polimetales en la ciudad predomina la idea de que las medidas no fueron efectivas (59,4%) y es alarmante la elevada proporción de personas (84,8%) que perciben que siguen expuestos a la contaminación. Se infiere que la comunidad tiene la percepción que no

se ha resuelto el problema en su totalidad y que las medidas implementadas han sido insuficientes.

En la ciudad de Arica no se han llevado a cabo investigaciones sobre la perspectiva de la población respecto del problema de polimetales, por lo que no es posible discutir los resultados de este estudio en comparación con otras del mismo tipo. No obstante, se observó el descontento de la comunidad en cuanto a las medidas implementadas por el Estado de Chile para contrarrestar el efecto de los polimetales en la ciudad, donde la calificación de las medidas adoptadas para solucionar el problema de contaminación tiene un promedio de nota 4,3 en hombres y 3,9 en mujeres, notas consideradas apenas como regulares (entre 4 y 5) o reprobatorias (menor de 4) en la sociedad chilena.

En conclusión, se destaca la baja cantidad de información que se tiene acerca de este tema tan debatido en cuanto a la satisfacción de la población como posible consecuencia del alto grado de desinformación; ya sea por dificultad de acceder a esta o el desinterés de las personas acerca del tema. Además, predomina una supuesta insatisfacción de las personas respecto a las medidas adoptadas para resolver el problema, permaneciendo en la actualidad una percepción de riesgo latente de contaminación por metales pesados. No obstante, por el carácter

exploratorio de este estudio se requieren nuevas investigaciones para profundizar en el tema.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Escuela de Medicina de la Universidad de Tarapacá por instar a realizar investigación formativa de interés público en la asignatura de Metodología de Investigación II de la carrera de Medicina.

REFERENCIAS

Ayangbenro AS, Babalola OO (2017) A new strategy for heavy metal polluted environments: A review of microbial biosorbents. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 14: 94.

Cobos D, Vilariño CM, Vazquez Y, Ramos M, Torres A (2016) Percepción del riesgo biológico en dos entidades de ciencia del sector salud en Holguín, Cuba. *Med. Secur. Trab.* 62(244): 212-222.

CONAMA (2009) *Plan Maestro de Intervención Zonas con Presencia de Polimetales en Arica*. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Arica y Parinacota. Gobierno de Chile. <http://www.fima.cl/site/wp-content/uploads/2009/10/Plan-Maestro-Contaminacion-Arica.pdf>

Gutiérrez-Benítez O, González-Álvarez J, Freire-Leira MS, Rodríguez-Rico IL, Moreira-González ÁR (2015) Potencialidades de un biosorbente algal para la remoción de metales pesados. *Tecnol. Quím.* 35: 282-294.

INE (2018) *Síntesis de resultados CENSO 2017*. Instituto Nacional

de Estadísticas. Ministerio de Economía. Chile. <http://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>

Iriarte E, Hernández M, Piña F, Valdés C (2020) Aspectos éticos del consentimiento informado: tópico fundamental en la investigación a lo largo de la historia. *Horiz. Enferm.* 28: 61-73.

Kapahi M, Sachdeva S (2019) Bioremediation options for heavy metal pollution. *J. Health Pollut.* 9(24): 191203.

Karn SK, Pan X, Jenkinson IR (2017) Bio-transformation and stabilization of arsenic (As) in contaminated soil using arsenic oxidizing bacteria and FeCl₃ amendment. *3 Biotech.* 7: 50.

Ley (2012) *Ley 20.590. Establece un Programa de Intervención en Zonas con Presencia de Polimetales en la Comuna de Arica*. Diario Oficial de Chile. Biblioteca del Congreso. <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1040447&idParte=&idVersion=2012-05-29>.

Londoño-Franco LF, Londoño-Muñoz PT, Muñoz-García FG (2016) Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotechnol. Sect. Agropec. Agroindust.* 14: 145-153.

Muñoz MP, Rubilar P, Valdés M, Muñoz-Quezada MT, Gómez A, Saavedra M, Iglesias V (2020) Attention deficit hyperactivity disorder and its association with heavy metals in children from northern Chile. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 226:113483.

Pauro-Roque, JJ, Choque-Yucra, M, Poccohuanca-Aguilar, R, Mamani-Canqui, A (2009) Estudios de bioadsorción de plomo por *Saccharomyces cerevisiae* en soluciones acuosas.

Rev. Colomb. Biotecnol 11: 33-39 http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752009000100004&lng=en&tlng=es (Cons. 29/06/2020)

RAE (2014) *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española 23ª ed. <http://dle.rae.es/?id=SX9HJy3>

Rodríguez-Heredia D (2017) Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan* 21: 3372-3385. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102930192017001200012&lng=es&tlng=es

Saavedra-Ortiz M (2019) *Análisis de los Factores Sociales y de Contaminación Actuales que Propician los Escenarios de Riesgo Crónico para el Sector Cerro Chuño, Ciudad de Arica, Región de Arica y Parinacota*. Tesis. Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173651>

SERVIU (2010) *Polimetales*. Servicio Regional de Vivienda y Urbanismo. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile. http://www.serviu15.cl/opensite_20130822152329.aspx

Sharma S, Tiwari S, Hasan A, Saxena V, Pandey LM (2018) Recent advances in conventional and contemporary methods for remediation of heavy metal-contaminated soils. *3 Biotech* 8(4): 216.

Tchernitchin A, Ríos J, Cortés I, Gaete L (2015) Polimetales en agua de Arica-Parinacota. Posibles orígenes y efectos en salud. *XIV Cong. Geológico Chileno*. La Serena. Octubre 2015. pp. 296-299.

Vargas LM (1994) Sobre el concepto de percepción. *Alteridades* 4(8): 47-53.