



Revista Salud Uninorte

ISSN: 0120-5552

ISSN: 2011-7531

Fundación Universidad del Norte, División de Ciencias de la

LÓPEZ JIMÉNEZ, CLAUDIA LILIANA; VELÁSQUEZ BONILLA, NÉSTOR JAVIER;
MEJÍA RESTREPO, JUAN CARLOS; MESA GIRALDO, CARLOS FELIPE

Impacto medioambiental y socioeconómico en la salud
generado por la minería artesanal del oro en Colombia

Revista Salud Uninorte, vol. 38, núm. 2, 2022, Mayo-Agosto, pp. 608-627

Fundación Universidad del Norte, División de Ciencias de la

DOI: <https://doi.org/10.14482/sun.38.2.331.76>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81775229015>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



Fecha de recepción: mayo 4 de 2021
Fecha de aceptación: octubre 15 de 2021

ARTÍCULO DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

<https://dx.doi.org/10.14482/sun.38.2.331.76>

Impacto medioambiental y socioeconómico en la salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia

Environmental and Socioeconomic Impact on Health generated by Artisanal Gold Mining in Colombia

CLAUDIA LILIANA LÓPEZ JIMÉNEZ¹, NÉSTOR JAVIER VELÁSQUEZ BONILLA²,
JUAN CARLOS MEJÍA RESTREPO³, CARLOS FELIPE MESA GIRALDO⁴

¹ Administración. Financiera-Universidad del Quindío. M. Sc. Administración del Desarrollo Humano y Organizacional, Universidad Tecnológica de Pereira. Abogada, Universidad Libre de Pereira. Esp. Seguridad y Salud en el Trabajo, Gerencia y Control del Riesgo, Universidad Libre de Pereira, Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto). clopezjime1@uniminuto.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7118-0657>. CvLac: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000097906

² Médico, Universidad Tecnológica de Pereira. MSc. Protección del Riesgo Laboral-Universidad de Alcalá de Henares, España, MSc. Comunicación Educativa, Universidad Tecnológica de Pereira Esp. Salud Ocupacional. Gerencia y Control de Riesgos, Universidad Libre de Pereira, Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto). nestor.velasquez@uniminuto.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6527-8631>. CvLac:https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000866040

³ Ingeniero mecánico, Universidad Tecnológica de Pereira. Msc. Administración Económica y Financiera, Universidad Tecnológica de Pereira, Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto). jmejiarestr@uniminuto.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9390-9704>. CvLac:https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000050608

⁴ Licenciado en Filosofía, Universidad Tecnológica de Pereira, máster en Management Project-Esden Business School- EBS, Universidad Católica San Antonio de Murcia, España. Especialista en Economía, Universidad de los Andes. Escuela Superior de Administración Pública (ESAP).
carlos.mesa@esap.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3052-8522?lang=e>.
CvLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=Correspondencia: Claudia Liliana López Jiménez. clopezjime1@uniminuito.edu.co

RESUMEN

Introducción: Este artículo de revisión sistemática describe el impacto medioambiental y socioeconómico en salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia. Para el estudio se tuvieron en cuenta artículos publicados entre 2010 y 2019. El objetivo de esta revisión bibliográfica fue describir el impacto medioambiental y socioeconómico en la salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia.

Materiales y métodos: Trabajo construido mediante revisión sistemática, usando los siguientes descriptores: minería, sector informal, riesgo a la salud, condiciones de salud. Para esta búsqueda se utilizaron las bases de datos Scopus, Web of Science, ProQuest, Pubindex, así como la normatividad colombiana.

Resultados: Se desarrollan las categorías ambientales, socioeconómico y salud. En la categoría ambiental se detalla información sobre sostenibilidad ambiental, manejo de vertimientos, pruebas fisicoquímicas y control gubernamental; En la categoría socioeconómica se describen los dilemas entre minería y medio ambiente, el dilema entre pequeña minería o artesanal y minería a gran escala o industrializada, y el conflicto social y económico. En la categoría salud se analizan las afectaciones y la percepción de la población sobre los daños en la salud, la protección laboral, la innovación social y las oportunidades de cambio para una producción más limpia y saludable.

Conclusiones: Los estudios realizados se concentran principalmente en el departamento de Antioquia evidenciando la necesidad de realizar investigaciones en otras zonas del país. A pesar de que en Colombia existe legislación minera, se requiere que el gobierno establezca medidas efectivas de control, capacite y socialice a los mineros sobre métodos adecuados de procesamiento del oro, garantizado el desarrollo ambiental, social y protección laboral.

Palabras clave: minería, sector informal, riesgo a la salud, condiciones de salud.

ABSTRACT

Introduction: This systematic review article describes the environmental and socioeconomic impact on health generated by handmade gold mining in Colombia. For this study articles published between 2010 and 2019 were considered. The objective of this bibliographic review is to describe the environmental and socioeconomic impact on health generated by gold mining in Colombia.

Materials and methods: Work constructed through systematic review, using the following descriptors: mining, informal sector, health risk, health conditions. For this search, Scopus, Web of Science, ProQuest, Pubindex databases were used, as well as Colombian regulations.

Results: The environmental, socioeconomic, and health categories were developed. In the environmental category, information on environmental sustainability, management of discharges, physicochemical tests, and government control is detailed. In the socioeconomic category, the dilemmas between mining and the environment are described, the dilemma between small or artisanal mining and large-scale or industrialized mining, and the social and economic conflict. In the third category, health, the effects and perception of the population regarding health damage, labor protection, social innovation, and opportunities for change for cleaner and healthier production are analyzed.

Conclusions: The studies carried out are mainly concentrated in the department of Antioquia, showing the need to carry out research in other areas of the country. Although there is mining legislation in Colombia, the government is required to establish effective control measures, train, and socialize the miners on adequate gold processing methods, guaranteeing the environmental and social development and protection of its miners.

Keywords: mining, informal sector, health risk, health conditions.

INTRODUCCIÓN

El uso de sustancias tóxicas en la minería artesanal de oro en Colombia repercute en la salud y el medio ambiente, así como en el ámbito social. Esto ha generado problemas persistentes como la carencia de políticas coherentes para la formalización minera y el ordenamiento minero-ambiental.

De acuerdo con el informe anual de la Agencia Nacional de Minería de Colombia (ANM), el país cerró 2020 con una producción de 47,6 toneladas de oro. Colombia es el vigesimo segundo productor de oro del mundo y sexto en América Latina. China es el primer productor, con 380 toneladas, y Perú, referente regional, con 120 toneladas (1).

La minería de oro es un motor económico importante en las regiones rurales empobrecidas de Colombia; alrededor de 300 000 mineros trabajan en el sector de la minería de oro artesanal y en pequeña escala (MAPE), principalmente de subsistencia. Este tipo de explotación del oro en Latinoamérica ha tenido históricamente un peso importante para el desarrollo económico de la región, representando aproximadamente el 60 % de la producción total del metal (2).

Para esta revisión sistemática se han definido tres categorías de análisis, que responden al interés desarrollado por los diferentes investigadores a lo largo de los últimos diez años de trabajo en el tema. El objetivo de este estudio es describir el Impacto medioambiental y socioeconómico en la salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia mediante una revisión bibliográfica. Desde esta perspectiva, este artículo de revisión proporciona tres categorías de análisis: la primera es la ambiental, en la cual se presenta información detallada sobre sostenibilidad medioambiental, manejo de vertimientos, pruebas fisicoquímicas y control gubernamental; la segunda es la socioeconómica, en la que se describen el dilema entre minería y medio ambiente, el dilema entre pequeña minería o artesanal y minería a gran escala o industrializada, y el conflicto social y económico; la tercera categoría es la de salud, y en esta se se tratanglas afectaciones y la percepción de los daños en la salud, la protección laboral, la innovación social y las oportunidades de cambio para una producción más limpia y saludable. La evaluación de la viabilidad de una actuación o proyecto se basaba únicamente en criterios técnicos, económicos y sociales, ahora es necesario también incluir los criterios ambientales (3).

MATERIALES Y MÉTODOS

Mediante revisión sistemática se consultó la literatura científica usando los siguientes descriptores: minería, sector informal, riesgo a la salud, condiciones de salud. La ventana de análisis corresponde a artículos publicados entre 2010 y 2019; para esta búsqueda se utilizaron las bases de datos Scopus, Web of Science, ProQuest, Pubindex, así como la normatividad colombiana. De esta manera, se analizaron los artículos que cumplieran con los siguientes criterios: 1) artículos publicados entre 2010 y 2019; 2) bases de datos seleccionadas; 3) investigaciones efectuadas en Colombia, en castellano, y 4) artículos que coincidieran con dos o más descriptores utilizados en la investigación. Las unidades de análisis revisadas inicialmente fueron 65, pero se excluyeron 17 porque no coincidían con el objetivo o propósito de la investigación.

Las fases desarrolladas durante la revisión sistemática fueron: 1) selección de las bases de datos; 2) selección de los descriptores para la búsqueda; 3) preselección de artículos; 4) depuración de artículos teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión; 5) lectura crítica de los artículos seleccionados; 6) establecimiento de las categorías de interés; 7) construcción de la rejilla de fuentes bibliográficas y de la matriz de correlación entre autores y categorías, y 8) tabulación y análisis de la información.

RESULTADOS

Las unidades de análisis revisadas permiten representar heterogeneidad de los estudios realizados en las diferentes zonas geográficas del país y el interés de las instituciones académicas en generar conocimiento científico y apropiación social del mismo.

En la tabla 1 se relacionan las categorías y subcategorías de análisis desarrolladas en el artículo de revisión.

Tabla 1. Categorías y subcategorías de análisis

Categorías de análisis	Subcategoría	Cantidad	Porcentaje
Medio Ambiental	Sostenibilidad ambiental	2	4,17
	Manejo de vertimientos	4	8,33
	Pruebas fisicoquímicas del agua	3	6,25
	Control gubernamental	8	16,67
Socio-económica	Dilema entre minería y medio ambiente	6	12,50
	Dilema entre pequeña minería o artesanal y minería a gran escala o industrializada	4	8,33
	Conflicto social y económico	6	12,50
Salud	Las afectaciones al estado de la salud	5	10,42
	Percepción de los daños en la salud individual	2	4,17
	Salud, seguridad y protección laboral	3	6,25
	Innovación social y oportunidades de cambio para una producción más limpia y saludable	5	10,42
Totales		48	100%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 2 se relacionan las zonas geográficas del país donde se han desarrollado investigaciones en el marco del periodo analizado.

Tabla 2. Zona geográfica donde se desarrollan las investigaciones

Zona	Número	Porcentaje
Nacional	21	43,8
Antioquia	6	12,5
Santanderes	3	6,3
Cauca	3	6,3
Chocó	2	4,2
Risaralda	2	4,2
Varios departamentos	2	4,2
Boyacá	2	4,2
Bolívar	1	2,1
Caldas	1	2,1
Córdoba	1	2,1
La Guajira	1	2,1
Amazonía	1	2,1
Tolima	1	2,1
Valle del Cauca	1	2,1
Totales	48	100

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se muestran las instituciones responsables de las investigaciones, siendo la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Antioquia las que concentran la mayoría de las investigaciones.

Tabla 3. Institución responsable de la investigación

Institución	Número	Porcentaje
Universidad Nacional de Colombia	10	20,8
Universidad de Antioquia	4	8,3
Universidad del Rosario	3	6,3
Universidad de Medellín	2	4,2
Universidad del Valle	2	4,2
Universidad Javeriana	2	4,2
Universidad de San Buenaventura	2	4,2
Instituciones con 1 investigación	23	47,8
Totales	48	100

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se relaciona el número de artículos de investigación publicados por año.

Tabla 4. Año de publicación del artículo

Año	Número	Porcentaje
2010	1	2,1
2011	3	6,3
2012	3	6,3
2013	5	10,4
2014	4	8,3
2015	9	18,8
2016	6	12,5
2017	7	14,6
2018	7	14,6
2019	3	6,3
Totales	48	100

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Ambiental

Sostenibilidad ambiental. Respecto a la minería sustentable se encontraron diversas posturas: una de ellas afirma la importancia del manejo de los residuos por medio de la mejora en la extracción mineral, la recirculación del proceso (evitando extractores químicos como cianuro y mercurio), la selección del material y la caracterización de residuos. Estos procesos ayudarán al aumento de la recuperación del mineral y facilitarán que el residuo estéril (escoria) sea tratado como un subproducto (4). Otra postura resalta la importancia de dar a conocer mejores prácticas para la recuperación de oro, amigables con el medio ambiente. La tercera es que no ha sido suficiente el esfuerzo del Gobierno para contrarrestar los efectos sobre la salud y el ambiente generados por el uso de mercurio y cianuro para el amalgamamiento del oro (5).

Manejo de vertimientos. La mayoría de las minas artesanales arrojan los relaves del proceso de recuperación de oro a las fuentes hídricas sin recibir ningún tipo de tratamiento, siendo históricamente crítico el tema de vertimientos. Del total del mercurio usado para separar el oro del resto de material, una parte se pierde por vertimiento y otra parte en forma de vapor durante la quema de la amalgama (6,7). Entre los impactos ambientales más relevantes provocados por la minería a los recursos hídricos se encuentran: la contaminación con mercurio y cianuro, el vertimiento directo de relaves a las fuentes hídricas, el daño en los ríos en áreas aluviales, los ríos convertidos en cienos, el daño por erosión y deforestación, y la destrucción de los páramos y del paisaje. Según información publicada en agosto del 2013 por el diario *El Espectador*, se han detectado niveles de mercurio de hasta 5,0 µg/L en la ciénaga de Ayapel (Córdoba) (8); e igualmente, análisis de laboratorio de 2010 mostraron que las aguas del río Cabí (Quibdó), fuente de abastecimiento del acueducto de la ciudad, presentaban concentraciones superiores a 3,0 µg/L. El punto crítico es el manejo de los vertimientos y el grado de responsabilidad ambiental con el que se realiza la explotación minera (9). Cantidades significativas de mercurio suministradas por la deposición atmosférica húmeda se someten a metilación y posteriormente a bio-acumulación en la fauna acuática (10).

Pruebas fisicoquímicas del agua. La presencia de mercurio se presenta de diferentes maneras; sin embargo, a pesar de que todas las formas de mercurio son venenosas, los efectos ecológicos y humanos generalmente están relacionados con transformaciones ambientales. Se estima que se utilizan dos a tres gramos de mercurio por cada gramo de oro recuperado. Si se utiliza direc-

tamente el mercurio para extraer el oro de la mina sin ningún otro dispositivo de recuperación (como el uso de retortas, impulsado por los proyectos de minería más limpia), la proporción de mercurio que se libera por oro que se extrae es probablemente mayor, incluso se ha reportado hasta 17 g en algunas regiones (11,12). Se han realizado comparaciones de las concentraciones de metales en agua versus la Resolución 2115 de 2007; así, en el análisis físicoquímico del agua se encontró que están por encima de los límites definidos por el Gobierno nacional, y en los cuerpos de agua se encontraron registros por encima de los valores máximos permitidos. Asimismo, un estudio hizo observaciones en las partes altas, medias y bajas en lechos de quebradas naturales y drenajes formados artificialmente por el desvío de cauces, el cual evidencia que los promedios de los valores de mercurio (7,1 mg/kg) fueron más altos en aquellos lugares aledaños a los montajes y cuando la precipitación aumentó (13). La legislación colombiana establece que las fuentes hídricas destinadas para consumo humano podrán ser destinadas para este fin siempre y cuando su concentración de mercurio sea menor a 2,0 µg/L.

Control gubernamental. Las dificultades que se presentan en esta actividad hacen referencia a: que los montajes mineros están lejos de los centros urbanos, lo que dificulta el acceso de las autoridades mineras y ambientales (14). La relación entre lo tecnológico y lo ambiental en la minería artesanal de pequeña escala de oro se ha dejado de lado dentro de la institucionalidad y la legislación minera (15).

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece en su artículo 80 que el Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. De lo anterior se concluye que, una vez producido un daño ambiental, el Estado, en virtud de su deber constitucional, está en la obligación de sancionar penal y administrativamente al delincuente o infractor y además exigir la indemnización (16).

En Colombia, el oro atrajo e impulsó a actores violentos conformados desde tiempo atrás, y generó preocupaciones en temas de seguridad. Esta superposición con un conflicto en curso explica por qué el Estado colombiano trató la fiebre del oro como un problema de seguridad. Sin embargo, dado que el vínculo entre los grupos armados y la minería de oro a pequeña escala no siempre fue claro, el Estado optó por un enfoque de distanciamiento (17).

Las áreas protegidas están reglamentadas por el Decreto 2372 de 2010 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) (18), “Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”.

Diferentes estudios han reportado que entre los impactos ambientales más relevantes provocados por la minería a los recursos hídricos se encuentran la contaminación con mercurio y cianuro, con concentraciones de cianuro en agua de 0.09 mg/l y 0.12 mg/l (19). A pesar del daño ambiental, las autoridades ambientales no han sido eficientes en el control de estos impactos, pues no son solo las minas que operan sin título minero, sino que además entre el 11 y el 13 % de las minas con título minero no cuentan con licencia o autorización ambiental para realizar una actividad que aumenta las posibilidades de uso del mercurio y su disposición inadecuada, emisión o descarga al medio ambiente (20).

Así, se problematiza el actual sistema de gobernanza minera frente a anteriores modelos implementados en el país (21). “Aunado a este panorama de impactos ambientales no deseados y uso insostenible de los recursos, se encuentra un sistema jurídico de difícil aplicación” (22). El acompañamiento al pequeño y al mediano minero en la etapa previa a la apertura de la mina para lograr una efectividad en el desarrollo de la actividad por parte de los entes territoriales, autoridades ambientales y organismos de control es indiscutible (23).

Socioeconómica

Dilema entre minería y medio ambiente. En los últimos años se ha generado a nivel mundial un dilema entre la actividad minera y el medio ambiente (24,25); este dilema tiene que ver con la decisión estatal entre la protección del agua en los bancos de agua del mundo (páramos) y la extracción de los minerales en estos ambientes; así lo plantean los artículos “¿Agua sí, oro no? Anclajes del extractivismo y el ambientalismo en el páramo de Santurbán” (26) y “El conflicto socioambiental del páramo Santurbán. Un análisis bioético con enfoque de ecología política” (27).

Tal es el impacto social que tiene la actividad minera en la sociedad, que en Colombia ya hay un pueblo con riesgo de derrumbarse completamente por estar construido sobre socavones hechos por los mineros artesanales. “Unos diagnostican que la montaña está hueca, como queso gruyere, debido a

la minería de socavón; para otros, los más legitimados técnicamente –Corpocaldas–, el riesgo está zonificado y es mitigable” (28). Este dilema se intenta dirimir en Colombia por medio de un recurso legal llamado “consulta popular”, mediante el cual se le consulta a la comunidad si está de acuerdo con intensificar la actividad minera o si, por el contrario, se deben suspender las licencias mineras y proteger el medio ambiente, en particular el agua que surte a los acueductos de la región (29).

Dilema entre pequeña minería o artesanal y minería a gran escala o industrializada. En zonas de explotación minera de oro se presenta una disputa clara entre las comunidades ancestrales que por años han vivido y explotado las minas de manera artesanal y las grandes empresas mineras, que ven en Colombia un potencial en materia de riquezas de oro y que traen equipos y tecnología para hacer extractivismo de forma intensiva, con una capacidad de producción que supera en números las toneladas producidas por los mineros artesanales. Además, el conflicto entre las grandes compañías mineras y las comunidades que artesanalmente han realizado la actividad y se oponen a las políticas estatales ha sido tratado en varios artículos de investigación (30,31,32,33) y en la Ley 685 de 2001, código de minas, en su artículo 14 sobre títulos Mineros: “Únicamente se podrá constituir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad estatal, mediante el contrato de concesión minera, debidamente otorgado e inscrito en el Registro Minero Nacional” (34).

Conflicto social y económico. A raíz de los dilemas antes planteados, surgió en Colombia un conflicto de grandes proporciones entre el Estado colombiano, las Fuerzas Armadas, los grupos armados al margen de la ley, el narcotráfico y las comunidades que tradicionalmente han habitado en las zonas que tienen recursos naturales, especialmente oro, por ser un metal precioso de alto costo en el mercado mundial y del cual Colombia tiene grandes reservas (35,36,37,38). Los autores referenciados han analizado la presión que sienten las comunidades por parte de los actores armados, tanto legales como ilegales, en el marco del conflicto por el dominio y manejo de las zonas que, además de ser de difícil acceso, tienen riquezas que las empresas multinacionales intentan aprovechar con el beneplácito del Estado. En medio de este conflicto, el riesgo mayor lo tienen las mujeres, ya que

[...] su participación en estas zonas es precaria en la gran mayoría de los casos ya sea porque no trabajan en las empresas mineras o porque no se reconocen sus capacidades para hacer aportes y propuestas en torno a las afectaciones diferenciales, directas e indirectas, que sufren como consecuencia de la explotación de los recursos naturales (39).

El artículo 333 del Código Penal (CP) colombiano establece el delito de contaminación ambiental por explotación de yacimiento minero o hidrocarburo y analiza su redacción y los efectos penales que de él se derivan, lo cual pone de presente las dificultades del delito desde el punto de vista del principio de legalidad, pero también aborda algunas problemáticas dogmáticas (40).

Salud

Las afectaciones al estado de la salud. La salud de los mineros artesanales, por la exposición al mercurio, ha sido extensamente documentada en la literatura académica. Este metal líquido, insoluble en agua, produce vapores tóxicos y corrosivos al contacto con el aire, por lo que presenta el mayor potencial de producir efectos adversos al ser absorbido por piel y mucosas, lo cual genera afectaciones a la salud (41). Estudios realizados en Colombia han mostrado alarmantes conclusiones sobre la cantidad de contaminante vertidos al ambiente, entre 50 y 100 toneladas de mercurio en 2007 (42).

Aunque los efectos del mercurio dependen de diversos factores, como el tipo de mercurio utilizado, la dosis absorbida, la ruta de ingreso y la duración de dicha exposición, la edad y el estado nutricional de los individuos, entre otros, también son importantes para evaluarlos. Sin embargo, la exposición crónica al mercurio es compleja, debido a la ausencia de biomarcadores que la relacionen adecuadamente (43).

Los principales sistemas orgánicos que se afectan con este tóxico son el sistema nervioso central y el renal. Se dice que este metal durante el embarazo puede producir alteraciones en el desarrollo del cerebro, el sistema circulatorio y el corazón del feto. Además, se concluye que la prevalencia de irregularidad en el ciclo menstrual, daños genómicos y alteraciones neuropsicológicas están asociados a los efectos de este (44).

Los hallazgos de las investigaciones referidas sugieren que los trabajadores necesitan compromiso por parte de las entidades de salud pública en cuanto a intervenciones que prevengan los efectos dañinos de este metal sobre la salud y reduzcan la exposición al mercurio; además, se debe hacer un seguimiento constante con el fin de evaluar su estado de salud y la efectividad de las intervenciones sanitarias y educativas que se realicen (45).

Percepción de los daños en la salud individual. La percepción, entendida como el acto de recibir, interpretar y comprender a través de la psiquis las señales sensoriales que provienen de los cinco sentidos orgánicos (46), ha sido uno de los aspectos presentes en casi todas las investigaciones realizadas acerca de los efectos adversos de este metal sobre la salud humana, en especial de las personas que trabajan en la pequeña minería artesanal.

Sin embargo, el mercurio, como agente neurotóxico, produce en el organismo humano una acción de compensación sistémica, debido a la gran adaptabilidad del sistema nervioso, lo que permite a la persona mantener su funcionabilidad. Por tanto, se dificulta su diagnóstico por parte del personal de salud o el reconocimiento de su sintomatología por parte de la persona afectada y no la diferencia de otros cuadros clínicos. Los hallazgos de las investigaciones publicadas al respecto muestran que aunque el 96,4 % de los participantes percibe al mercurio como perjudicial para la salud y el 76,8 % considera que su familia podría estar también expuesta a los efectos del mercurio, no toman o adoptan las medidas necesarias de protección o sustitución. Esto podría estar relacionado con las condiciones económicas, culturales, educativas y de supervivencia de estas poblaciones vulnerables (47).

Salud, seguridad y protección laboral. Uno de los más preocupantes problemas sociales en la minería artesanal es la desprotección en riesgos laborales. Aunque el sistema de seguridad social permite a los trabajadores del sector informal afiliarse a este, siempre y cuando cotice al régimen contributivo en salud, la realidad de la población informal es otra, pues se caracteriza por una baja remuneración o de subsistencia, baja productividad y condiciones laborales precarias. Por lo tanto, esta situación precarizada hace que el trabajo informal quede por fuera de las acciones del sistema de seguridad social (48).

La identificación de los riesgos laborales, así como de la información sobre los accidentes de trabajo y las enfermedades laborales, a los que se exponen los mineros artesanales no se ha sistematizado ni ha sido reconocida, lo que conlleva un alto impacto en el estado de salud de minero y de su familia. Además, hay escaso acceso a la asesoría institucional en salud y seguridad laboral, al no disponer de los medios técnicos y de los recursos necesarios para adoptar medidas preventivas, lo que potencia la desprotección laboral (49).

La producción científica publicada en la última década resalta algunas estadísticas dramáticas; por ejemplo, la afiliación a regímenes de pensiones o riesgos laborales en solo el 15 % de los tra-

bajadores; el 52 % de los trabajadores laboraba más de ocho horas y el 57 %, entre seis y siete días a la semana. En relación con el uso de elementos de protección personal, solo el 13,1 % utilizaba mascarilla. En síntesis, falta información sobre la matriz de los riesgos laborales a los que está expuesto el minero artesanal. Por esto, es necesario profundizar en la identificación de factores de riesgo como el químico, biológico, biomecánico, físico y otros de tipo social, como el riesgo público y el consumo de sustancias psicoactivas (50).

Innovación social y oportunidades de cambio para una producción más limpia y saludable. Los factores que inciden en el estado de salud y en las oportunidades de cambio para una producción más limpia y saludable en los individuos o en las comunidades mineras artesanales depende –como se describen en el modelo de los determinantes sociales de la salud– no solo de la problemática del daño o enfermedad producida, sino también de la incidencia de los determinantes próximos al minero, por ejemplo, biológicos, comportamentales o de servicios de salud; asimismo, de los determinantes distales o macrosociales como las condiciones socioeconómicas, culturales, laborales y ambientales en las que se vive y trabaja. En este sentido, las propuestas de innovación social y socio-tecnológica planteadas por varias iniciativas son claves en el caso de la minería artesanal a pequeña escala para la transformación de los modos de producción y mejorar su calidad de vida (51).

El nivel de conocimiento y los modos de percepción de los mineros o de sus comunidades frente a la necesidad de una minería más limpia como alternativa, con cero mercurio y bajo impacto en la salud y el ambiente no han sido validados por muchos de ellos, en parte porque no ven en esto alternativas tecnológicas simples, sencillas o accesibles; tampoco evidencian el mismo beneficio económico comparado con la tecnología tradicional que, en muchos casos, son procesos heredados, aprendidos con la familia (52).

Sin embargo, avanzan en el país propuestas y proyectos de innovación y cambio con las cuales interaccionan diferentes actores institucionales públicos y privados que procuran crear sistemas de gobernanza para trabajar alrededor de la legalización y formalización minera integral. Asimismo, estrategias de trabajo con mineros y de formación de las poblaciones mineras en manejo de desechos y en minería limpia, políticas públicas respecto a derechos humanos (principalmente laborales) y derechos respecto a la tierra, el papel de la mujer minera (53), el licenciamiento del proceso minero y ambiental (54), el mejoramiento de la calidad de vida de mineros y familias que

vivan de la minería, la creación de áreas de explotación a pequeña escala y explotación artesanal y de áreas protegidas de reserva estatal no explotables e intervenciones integrales que incluyan la promoción, la prevención, el control y la mitigación de sus posibles efectos en la salud (55).

Finalmente, una vez efectuada la descripción mediante revisión bibliográfica del impacto ambiental, socioeconómico y en la salud por la minería artesanal del oro. Respecto a la primera categoría se evidencia el uso de sustancias tóxicas en la minería artesanal de oro que repercuten en la salud y el medio ambiente, así como en el ámbito social, problemas que persisten en la actualidad y poco difieren de años atrás; asimismo, la inexistencia de políticas coherentes de formalización minera y ordenamiento minero-ambiental que a largo plazo han sido una característica constante en la institucionalidad colombiana. También se evidencian niveles de concentración en los cuerpos de agua que superan los límites permisibles establecidos por normas nacionales e internacionales. En la categoría socioeconómica se detectan dos conflictos: uno entre la minería y la afectación al medio ambiente y otro entre las políticas de estado y las comunidades ancestrales dedicadas a la minería artesanal. Respecto a la categoría de la salud, se puede observar una afectación de las comunidades, una desprotección laboral por parte del Estado y una búsqueda por parte de los mineros de alternativas para ser más rentables y amigables con el medio ambiente. La sostenibilidad de la minería o la contribución de esta, a pesar de ser un recurso natural no renovable es viable si se integra el aspecto ambiental, social y económico, logrando innovación en los procesos de producción.

Los hallazgos de este artículo de revisión permiten concluir que es necesario realizar estudios que evidencien los tipos de sanciones y acciones impuestas sobre los daños socioambientales ocasionados por la minería de oro. Respecto a las zonas geográficas, se considera que a pesar de que el país es rico en zonas mineras, los estudios realizados se concentran principalmente en el departamento de Antioquia y falta hacer más investigación en otras zonas. Por último, se deben fortalecer los estudios que promuevan la calidad de vida de los mineros artesanales mediante la aplicación de las políticas de protección del sector informal existentes y el desarrollo de alternativas sostenibles.

REFERENCIAS

1. Durán JM. Informe del presidente de la ANM. Bogotá: Agencia Nacional de Minería (ANM); 2020.
2. Torrance KW, Redwood SD, Cecchi A. The impact of artisanal gold mining, ore processing and mineralization on water quality in Marmato, Colombia. *Environ Geochem Health*. 2021 abr 11; 43: 4265-4282.

3. Ramírez Morales D. , Sosa Vallado C. Creación de una cultura organizacional ambientalista con lineamientos éticos para un complejo de turismo alternativo en el municipio de Jalcomulco, Veracruz. *In. Puebla*; 2004. p. 11.
4. Casadiego Quintero E, Gutiérrez Bayona G, Herrera López MÁ, Villanueva Páez ML. Manejo estratégico de la producción de residuos estériles de minería sustentable, utilizando prácticas mineras eco-eficientes en Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2017; 8(2): 107-118. 4.
5. López Jiménez CL, Uribe Guevara JDJ, Cuesta Ramírez JJ. Impacto percibido en la salud de los mineros artesanales del municipio de Quinchía (Colombia) por el uso de mercurio y cianuro en el proceso de amalgamamiento de oro. *Revista de Salud Pública*. 2019; 21(3): 1-8.
6. Gamboa García E. Valoración de impactos ecológicos por minería de oro en río Guabas, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 2015; 6(2): 243 - 254.
7. Rocha Román L, Olivero Verbel J, Caballero Gallardo KR. Impacto De La Minería Del Oro Asociado Con La Contaminación Por Mercurio En Suelo Superficial De San Martín De Loba, Sur De Bolívar (Colombia). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 2018; 34(1): 93-102.
8. El Espectador. Redacción Vivir Mercurio en el agua de Ayapel. 26 de agosto de 2013.
9. Díaz Arriaga FA. Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista de Salud Pública*. 2014; 16(6): 947-957.
10. Bustamante N, Danoucaras N, McIntyre N, Díaz Martínez JC Restrepo Baena OJ. Revisión de la mejora de la gestión del agua para la minería informal de oro en Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería*. 2016: 163-172.
11. León Pérez DE, Peñuela Mesa GA. Trascendencia del metilmercurio en el ambiente, la alimentación y la salud humana. *Producción + Limpia*. 2011; 6(2): 108-116.
12. Agudelo Calderón CA, Quiroz Arcentales L, García Ubaque JC, Robledo Martínez R , García Ubaque CA. Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia. *Revista de Salud Pública*. 2016; 18(1): 50-60.
13. Camargo García JC, Arias Morales JP, Muñoz Paredes D. Evaluación del contenido de mercurio en suelos y lechos de quebradas en la zona minera de Miraflores, Quinchía, Colombia. *Acta Agronómica*. 2015; 64(2): 165 - 177.

14. Ortiz Riomalo JF, Rettberg A. Minería de oro, conflicto y criminalidad en los albores del siglo XXI en Colombia: Perspectivas para el posconflicto colombiano. *Colombia Internacional*. 2018;(93): 17-63.
15. Pantoja Timarán H, Pantoja Barrios S. Problemas y desafíos de la minería de oro artesanal y en pequeña escala en Colombia. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*. 2016; 24(2): 147-161.
16. Congreso de la República de Colombia. Constitución Política de la República de Colombia, 20 de julio de 1991.
17. Baraybar Hidalgo V, Dargent E. Respuestas estatales a la fiebre del oro en los Andes (2004-2018): la política de la acción (e inacción) del Estado. *Estudios en Desarrollo Internacional Comparado*. 2020; 55(3): .
18. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 2372. *Gaceta Oficial*, 1 de julio de 2010.
19. Güiza Suárez L. Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Opinión Jurídica*. 2011;10(20) : 123-140.
20. Güiza L, Aristizábal JD. Minería de mercurio y oro en Colombia: un estado fallido. *Universitas Scientiarum*. 2013; 18(1): 33-49.
21. Duarte C. Implementación y Crisis del Actual Sistema de Gobernabilidad Minera en Colombia: El Modelo de Enclave Exportador. *Análisis Político*. 2012; 25(74): 3-27.
22. Alzate Gómez LF. Minería de oro en el marco de la inseguridad normativa, los grupos de interés y las zonas de exclusión. *Revista Opinión Jurídica*. 2015; 14(28): 117-134.
23. Calderón Cervera I, Arias Sánchez J, Restrepo Estrada CA. Enfoque jurídico-social del pequeño y mediano minero en el Bajo Cauca Antioqueño, según la Ley 685/2001 (Código de minas). *Ratio Juris*. 2018; 12 (25): 177-196.
24. Torres Sanabria C, Reyes Bonilla MA, Cuartas Ricaurte JA, Agudelo Córdoba E. Dilemas en el uso del agua: ¿Cómo se distribuye el recurso hídrico en la Cuenca Amazónica Colombiana? *Gestión y Ambiente*. 2016; 19(1): 96-109.
25. Guevara G. Evaluación ambiental estratégica para cuencas prioritarias de los Andes colombianos: Dilemas, desafíos y necesidades. *Acta Biológica Colombiana*. 2014; 19(1): 11-24.

26. Osejo A, Ungar P. ¿Agua sí, oro no? Anclajes del extractivismo y el ambientalismo en el páramo de Santurbán. *Universitas Humanística*. 2017;(84): 143-166.
27. Basto Torrado SP. El conflicto socioambiental del páramo Santurbán. Un análisis bioético con enfoque de ecología política. *Revista Colombiana de Bioética*. 2017; 12(1): 8-24.
28. Sandoval Robayo ML. Habitus productivo y minería: el caso de Marmato, Caldas. *Universitas Humanística*. 2012;(74): 145-172.
29. Dietz K. Consultas populares mineras en Colombia: Condiciones de su realización y significados políticos. El caso de La Colosa. *Colombia Internacional*. 2018;(93): 93-117.
30. Bernal Guzmán LJ. Minería de oro en el Nordeste antioqueño: una disputa territorial por el desarrollo. *Gestión y Ambiente*. 2018; 21(25): 74-85.
31. Rojas Lozano D, López Cerquera N, Trujillo Ospina D. Desbordamiento del extractivismo minero en Colombia: el caso de Suárez, Cauca. *Revista CS*. 2018;(26): 171-201.
32. Vélez Torres I, Varela Corredor D, Rátiva Gaona S, Salcedo Fidalgo A. Agroindustria y extractivismo en el Alto Cauca. Impactos sobre los sistemas de subsistencia Afro-campesinos y resistencias (1950-2011). *Revista CS*. 2013: 157-188.
33. Correa Argota R. Desarrollo socio-económico regional: Impactos de la minería artesanal en el Bajo Cauca antioqueño. *Revista Internacional de Cooperación y Desarrollo*. 2017; 4(1): 46-61.
34. Congreso de la República de Colombia. Ley 685, 15 de agosto de 2001.
35. Güiza Suárez L. La pequeña minería en Colombia: Una actividad no tan pequeña. *Dyna*. 2013; 80(181): 109-117.
36. Aguilar Torres E. El debate público sobre la minería en Colombia: el rol de los expertos en controversias socioambientales. *Memoria y Sociedad*. 2015; 19(39): 128-138.
37. Juárez F. La minería ilegal en Colombia: un conflicto de narrativas. *El Ágora*. 2015; 16(1): 135-146.
38. Sandoval LE, Marín Jaramillo M, Almanza AM. Explotación de recursos naturales y conflicto en Colombia. *Revista De Economía Institucional*. 2017; 19(37): 201-225.
39. Red Nacional de Mujeres. Mujeres, conflictos socioambientales y resolución 1325 de las Naciones Unidas. *Revista Red Nacional de Mujeres*. 2015;; p. 1-34.

40. Suárez López BE. Retos de la regulación jurídico-penal de la minería en Colombia. Estudio del artículo 333 del Código Penal colombiano. *Vniversitas*. 2017; 66(135): 421-456.
41. Castaño Arias PA, Arroyave Hoyos CL, Acevedo Toro PA, Vásquez Palacio G. Correlación entre las concentraciones urinarias de malondialdehído y el daño en el ADN de personas expuestas al mercurio. *Iatreia*. 2014; 27(2): 155-164.
42. Casas IC, Gómez E, Rodríguez LM, Girón SL, Mateus JC. Hacia un plan nacional para el control de los efectos del mercurio en la salud en Colombia. *Biomédica*. 2015: 30-37.
43. Doria Mesquidaz EE, Marrugo Negrete J, Pinedo Hernández J. Exposición a mercurio en trabajadores de una mina de oro en el norte de Colombia. *Salud Uninorte*. 2013; 29(3): 534-541.
44. Rodríguez Villamizar LA, Jaimes DC, Manquían Tejos A, Sánchez LH. Irregularidad menstrual y exposición a mercurio en la minería artesanal del oro en Colombia. *Biomédica*. 2015; 35(2): p. 38-45.
45. González OU, Molina RG, Patarroyo DF. Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, Una revisión teórica desde la minería colombiana. *Revista Venezolana de Gerencia*. 2019; 24(85): 227-242 .
46. Muñoz Vallejo LF, García Ardila LF, Rodríguez Gázquez MA DiÁ. Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. *Revista Lasallista de Investigación*. 2012; 9(1): 53-61.
47. Hernández E. Minería y desplazamiento: el caso de la multinacional Cerrejón en Hatonuevo, La Guajira, Colombia (2000-2010). “Nuestra tierra es nuestra vida”. *Ciencia Política*. 2018; 13(26): 97-125.
48. Ospina Díaz JM, Manrique Abril FG, Guío Garzón JA. Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *Avances en Enfermería*. 2010; 28(1): 107-115.
49. Ocampo JG, Garzón MO. El sistema de riesgos laborales frente al trabajador del sector informal. *Opinión Jurídica*. 2016; 15(30): 183-204.
50. Puentes León KJ, Rincón Bayona LY, Puentes Suárez A. Análisis bibliométrico sobre trabajo y salud laboral en trabajadores informales, 2010-2016. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*. 2018; 36(3): 71-89.
51. Ayala H, Sarmiento M, Urán A, Giraldo B, Perea J, Mosquera A. Legitimidad e innovación en la minería: el caso del Programa Oro Verde. Letras Verdes. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. 2013; 14: 284-304.

52. Lara Rodríguez JS, André Furtado T, Altimiras Martin A. Minería del platino y el oro en Chocó: pobreza, riqueza natural e informalidad. Minería del platino y el oro en Chocó: pobreza, riqueza natural e informalidad. *Revista de Economía Institucional*. 2019; 22(42): 241 - 268.
53. Carabali Viveros D, Ladino Mosquera VA. Vida cotidiana de las mujeres mineras de Higerillos, municipio de Buenos Aires, Cauca. Una mirada a sus familias, su trabajo y su participación política. *Prospectiva*. 2014; 19: 253-278.
54. Güiza Suárez L. La Minería Manual en Colombia: Una Comparación con América Latina. *Boletín de Ciencias de la Tierra*. 2014; 0(35): 37-44.
55. Jaillier-Castrillón E, Equipo de Innovación Social U. Innovación social y oportunidades de cambio en la minería artesanal a pequeña escala, en Antioquia. *Revista Facultad de Trabajo Social*. 2016; 32(32): 121-143.