Infomin, Vol. 14, enero-diciembre 2022, E-ISSN: 1992-4194, http://www.infomin.co.cu

Artículo Original

Análisis desde las ciencias sociales del desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de minerales auríferos con el empleo de tiosulfato de sodio

https://cu-id.com/2144/v14e06

Analysis from the social sciences of the development of technologies for the use of gold minerals with the use of sodium thiosulfate

Lidia Rosa Calzada González*

RESUMEN: El presente trabajo, tiene como objetivo analizar el desarrollo de tecnologías sostenibles para el aprovechamiento integral de minerales auríferos actuales y futuros con empleo de nuevos agentes lixiviantes alternativos al cianuro, como es el tiosulfato de sodio, desde la dimensión de las ciencias sociales. La relación que aporta esta investigación entre ciencia-tecnología-medio ambiente. Este análisis se realiza mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas del tipo incremental, producto de los trabajos de Investigación - Desarrollo (I+D), en el campo de la hidrometalurgia extractiva. La comprensión del fenómeno científico y tecnológico como un proceso social y las circunstancias sociales que le dan sentido. Al poner en práctica el conocimiento alcanzado en esta temática se manifiesta una técnica similar a la cianuración convencional pero con empleo de tiosulfato de sodio como agente lixiviante, que hace uso del método de investigación científica en sus tres variantes: teórico, empírico y estadístico, teniendo en cuenta la metodología dialéctico materialista del nivel empírico lógico, que permite asegurar que la propuesta desarrollada sea factible técnico, económica y ambiental, con su influencia en la calidad de vida de los ciudadanos.

Palabras clave: Ciencia, tecnología, oro, tiosulfato de sodio.

ABSTRACT: The objective of this work is to analyze the development of sustainable technologies for the comprehensive use of current and future minerals with the use of new alternative leaching agents to cyanide, such as sodium thiosulfate, from the dimention of social sciences. The relationship that this research reveals between science-technology-environment. This analysis is carried out through the application of technological innovations of the incremental type, product of research and development work, in the field of extractive hydrometallurgy. The understanding of the scientific and technological phenomenon as a social process and the social circumstances that give it meaning. When putting into practice the knowledge into practice the knowledge achieved in this subject, a technique similar to conventional cyanidation is manifested, but with the use of sodium thiosulfate as a leaching agent, which makes us of the scientific research method in its three variants: theoretical, empirical and statistical. Taking into account the dialectical materialist methodology of the logical empirical level, which allows to ensuring that the developed proposal is technically, economically and environmentally feasible, with its influence on the quality of life of citizens.

Passwords: Science, technology, gold, sodium thiosulfate.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad, el conocimiento es un tema central en la forma de vida. Las primeras civilizaciones hicieron uso y recolección de sus conocimientos por diferentes tradiciones y mecanismos, los cuales formalizaron la existencia de la ciencia y tecnología que comprendemos hoy.

La ciencia, es una forma de la conciencia social y constituye un sistema de conocimientos ordenados cuya veracidad se comprueba en la práctica social. La fuerza motriz de la ciencia radica en las necesidades del desarrollo de la producción, en las necesidades del avance de la sociedad, II Cumbre de la Tierra, (2004).

La tecnología, que constituye el conjunto de conocimientos científicos y empíricos, habilidades, experiencias y organización requeridos para producir, distribuir y utilizar bienes y servicios, Saez (1999).

En la actualidad el desarrollo de un país es medido sobre la base de lo que se dedica a ciencia y a tecnología, sin embargo, invertir en esos rubros no siempre asegura el enriquecimiento ni el progreso de un país.

Un tema que hoy ha concitado gran interés a nivel mundial es el relacionado con los problemas del medioambiente. La problemática de cómo aprovechar de forma viable y eficiente los recursos naturales agotables, presenta en la actualidad implicaciones políticas, económicas, sociales, éticas y morales, que no escapan a ninguna parte del planeta.

Recibido: 05/07/2022
Aprobado en su forma original: 09/09/2022

Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM) Carretera Varona No. 12028, km 1 ½, Boyeros, La Habana, Cuba.
*Correo electrónico: lcalzada@cipimm.minem.cu

El uso del cianuro para recuperar el oro presenta ciertas ventajas tales como: facilidad de operación, bajo costo de reactivos y facilidad para recuperar el oro desde la disolución rica obtenida. Del mismo modo presenta algunas desventajas, tales como: toxicidad, baja selectividad y bajas velocidades de disolución.

Uno de los principales inconvenientes que enfrenta la industria de los metales preciosos en la actualidad en Cuba y el resto del mundo es el tratamiento de los residuales líquidos del proceso de cianuración para la extracción del oro y la plata. Estos efluentes contienen cantidades variables de cianuro y tiocianato.

El presente trabajo, tiene como objetivo analizar el desarrollo de tecnologías sostenibles para el aprovechamiento integral de minerales auríferos actuales y futuros con empleo de nuevos agentes lixiviantes alternativos al cianuro, como es el tiosulfato de sodio.

Esta investigación se realiza mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas del tipo incremental, a partir de los trabajos de Investigación - Desarrollo (I+D) del Centro de Investigaciones de la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), en el campo de la hidrometalurgia extractiva.

El rol protagónico que ha alcanzado la ciencia en nuestro tiempo, es el componente principal de las estructuras de producción y servicios, los científicos con el estudio y desarrollo cada vez creciente de la ciencia, han demostrado que solamente no es una actividad teórica, sino que es una actividad social.

La tecnología también puede ser usada para proteger el medio ambiente, buscando soluciones innovadoras y eficientes para resolver de forma sostenible las crecientes necesidades de la sociedad, sin provocar un agotamiento o degradación de los recursos materiales y energéticos del planeta o aumentar las desigualdades sociales, este es uno de los objetivos fundamentales que persiguen los científicos cubanos. La tecnología aporta grandes beneficios a la humanidad, su papel principal es crear mejores herramientas útiles para simplificar el ahorro de tiempo y esfuerzo de trabajo.

La ciencia y la tecnología se están sumando a la voluntad social y política de las sociedades de controlar sus propios destinos, sus medios y el poder de hacer, proporcionando a la sociedad una amplia variedad de opciones en cuanto a lo que podría ser el destino de la humanidad.

Cuba es un terreno sumamente fértil para los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En la medida en que el proyecto cubano se desmarca del neoliberalismo e insiste en el protagonismo de la cultura, el conocimiento, la ciencia y la tecnología en la construcción de un socialismo de hondo humanismo, es preciso también desarrollar y divulgar paradigmas teóricos alternativos a aquellos que promueve el llamado "pensamiento único". Los enfoques tecnocráticos y economicistas, o la "neutralidad objetivista" que en otros contextos son parte de la cultura institucional y sus ideologías, no tienen sentido en nuestro país. (Jover, 1994)

Cuba sigue apostando al desarrollo científico y tecnológico como vehículo del desarrollo social.

La gestión de la innovación tecnológica es un tema que se viene introduciendo en Cuba. La innovación tecnológica requiere de mucha actividad de investigación y educación que acompañe a las políticas públicas orientadas a ese fin. Hay que desarrollar una educación para la innovación que la muestre como un proceso social integral atento no sólo a las variables económicas sino también ambientales, culturales y otras. En este caso y atendiendo a la clasificación de la innovación tecnológica (innovaciones incrementales, innovaciones radicales y nuevos sistemas tecnológicos), se puede decir que la innovación aplicada en este trabajo es una innovación incremental, con la particularidad que tuvo que ser comprobada con investigaciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales, reactivos y equipos

Muestra tecnológica seleccionada a partir de las características del tipo de tecnología a estudiar, MT-OB

- Amoníaco en solución al 20% m/m p.a
- Tiosulfato de sodio 99% Pureza
- Solución de almidón 1% m/v
- Yodo re sublimado grado ACS de pureza
- Balanza técnica precisión ± 0.1 g (IO-03)
- pH metro
- Beacker o reactor plástico (1L)
- Multi agitador mecánico (LME IO 04) o fluoculador
- Probetas graduadas de diferentes tamaños (25, 100 y 1000 ml)
- Bureta de 25 ml
- Estufa de secado. (0-200 oC , ±5 oC) (IO -08)
- Bomba de vacío (LME IO 07)
- Papel de filtro
- Kitasato con embudo bushner de 50 ml y de 1L
- Frascos para muestras

Métodos

Los métodos químicos empleados para la caracterización de la muestra son:

- Destilación de cianuros totales, Standard Methods, 4500- CN, C (1999).
- Método Volumétrico, Standard Methods 4500-CN, D (1999).

La determinación de Au, Ag, Cu, Zn, y otros componentes con el empleo de los equipos de Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) y A.A (Absorción atómica). El análisis de pH por el Método Potenciométrico, in situ, en el laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uno de los principales problemas que enfrenta la industria para la obtención de metales preciosos en la actualidad es el tratamiento de los desechos líquidos del proceso para la extracción de oro y plata, los cuales contienen cantidades fuertes de cianuro y tiocianato, cuyo efecto en el hombre y el medio ambiente es nocivo, posee alta toxicidad que lo hace muchas veces incompatible con las exigencias de las normas ambientales. En la actualidad el cianuro es el agente lixiviante más ampliamente usado en la extracción de metales preciosos tales como el oro y la plata en el mundo.

La problemática que presenta una empresa perteneciente al grupo empresarial Geominsal constituye el caso estudio del presente trabajo, analizar el desarrollo de tecnologías sostenibles para el aprovechamiento integral de minerales auríferos actuales y futuros con empleo de nuevos agentes lixiviantes alternativos al cianuro, la cual fue presentada a los investigadores y especialistas del Centro Tecnológico (CIPIMM), para su solución.

Entonces se hace necesario la comprensión del fenómeno científico y tecnológico como un proceso social y las circunstancias sociales que le dan sentido.

La relación ciencia-sociedad; que viene dado por el conocimiento, la investigación y los métodos a desarrollar para encontrar un reactivo sustituto del cianuro que sea más amigable con el medio ambiente y a su vez más económico, la relación sujeto-ciencia proporcionado por el intercambio de los especialistas de ambas empresas del cual surge la idea de crear la tecnología a utilizar para proteger el medio ambiente.

La ciencia es sujeto, donde se enmarcan los especialistas e investigadores que realizando ciencia desarrollan la tecnología y el objeto es la obtención de oro, reactivos y equipamientos necesarios para obtenerlo.

Este análisis nos lleva también a la relación existente entre organización- tecnología-cultura tecnológica.

Primeramente debe existir organización, donde los clientes exponen la problemática y los especialistas que deben tener dominio de una cultura tecnológica y profesionalidad para poder lograr la tecnología apropiada la que se adecue a los fines propuestos con los equipos, herramientas y técnicas necesarias.

La ciencia tiene valores éticos, ideológicos y políticos, los que hay que tener presentes en el desarrollo de la investigación donde se firman actas de confidencialidad para salvaguardar el resultado obtenido que puede ser utilizado como innovación tecnológica o Know How para el desarrollo del país.

Para la investigación se realiza una caracterización química inicial de las pupas agotadas a utilizar en la investigación, provenientes de las pruebas realizadas a escala piloto.

Prueba de lixiviación de metales a partir del mineral con solución lixiviante de Tiosulfato de sodio

Se han estudiado diferentes sistemas lixiviantes para oro y plata, tales como el tiosulfato, la tiourea y los halogenuros, sin embargo el sistema que presenta mejores perspectivas tanto del punto de vista técnico como económico y ambiental es el sistema lixiviante de tiosulfato (Muir y Aymore, 2004).

Condiciones fijas en las pruebas: 33% de sólidos, pH (10.5-11.0), velocidad del agitador (100-200rpm), temperatura ambiente.

Se aplicó el método de Ishikawa (diagrama causa-efecto), se seleccionó un diseño factorial a dos niveles, con tres variables con réplica en el punto central para un total de 11 experimentos, la figura 1 muestra la prueba de lixiviación con empleo de tiosulfato de sodio.

Consideraciones técnicas y análisis de impactos

Esta investigación proyecta la posibilidad de extraer oro en el proceso de lixiviación, sin embargo es un trabajo en un estadío preliminar de investigación, por lo que primero es necesario la evaluación de los procesos de recuperación de oro a partir de lixiviados, es decir estudiar con más profundidad los parámetros que intervienen en los procesos de recuperación de metales preciosos , verificar si los resultados se reproducen a mayor

Tabla 1. Caracterización química de las pulpas agotadas residuales obtenidas a escala de planta piloto

Indicador	pH	CN (ppm)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	As (mg/l)	Pb (mg/l)
Fase líquida pulpas residuales	11.3	164.5	8.09	0.09	<0.024	<0.51
NC 27/2012 vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado (CMA)*	6-9	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	1.0

*(CMA) Concentración máxima admisible

escala para luego determinar cuáles son las condiciones más adecuadas para llevar a cabo el procedimiento.

A pesar de las ventajas de este agente lixiviante se tiene que perfeccionar el método de lixiviación para obtener una adecuada velocidad de disolución del oro mediante la adición de amoníaco acuoso e iones cúprico, el tiosulfato de sodio y las ventajas que posee sobre el cianuro con respecto a minerales con sustancias cianicidas; es imperativo buscar alternativas tecnológicas que permitan la recuperación del oro de los lixiviados con tiosulfato de sodio. En la actualidad se emplean técnicas como la adsorción con carbón activado o resinas de intercambio iónico.

No obstante, dichas técnicas no se han implementado a nivel industrial debido a la baja eficiencia de la adsorción con carbón activado y al elevado costo de las resinas de intercambio iónico. Es necesario evaluar todas las técnicas convencionales de recuperación de oro a partir de lixiviados con la adición de las técnicas de adsorción con carbón activado impregnado con cobre metálico y flotación iónica como posibles alternativas para la recuperación de oro.

Al poner en práctica el conocimiento alcanzado en esta temática se manifiesta una técnica similar a la cianuración convencional pero con empleo de tiosulfato de sodio como agente lixiviante, que hace uso del método de investigación científica en sus tres variantes: teórico, empírico y estadístico, teniendo en cuenta la metodología dialéctico materialista del nivel empírico lógico, que permite asegurar que la propuesta desarrollada sea factible técnico, económica y ambientalmente, con su influencia en la calidad de vida de los ciudadanos.

Esta innovación tecnológica de tipo incremental, es aplicable perfectamente al problema planteado, que es el tratamiento de los residuales líquidos del proceso de cianuración para la extracción del oro y la plata. Estos efluentes contienen cantidades fuertes de cianuro y tiocianato.

En esta alternativa estudiada se utiliza la experimentación científica como tipo especial de la actividad cognoscitiva, que persigue como objetivo obtener conocimientos sobre los objetos y procesos que ocurren en la naturaleza la sociedad y el pensamiento, aplicados en este caso a la comprobación de que la tecnología desarrollada en el CIPIMM para la recuperación de metales preciosos utilizando tiosulfato de sodio , tiene resultados positivos en un caso singular: al elevar la concentración del ion tiosulfato disponible en solución se logra incrementar la recuperación de oro debido a que se favorece la reacción entre el ion tiosulfato y también se puede disminuir el tiempo de lixiviación.



Figura 1. Prueba de lixiviación con empleo de tiosulfato de sodio

¿Qué implica el análisis de estos resultados?

Esta investigación contribuye al logro de una sociedad sustentable al introducir el uso de tecnologías que permitan la mejora continua de los aspectos técnicos vinculados al medio ambiente, teniendo en cuenta que los impactos ambientales no podrán ser llevados a cero o eliminados, pero si pueden ser reducidos a niveles ambientalmente aceptables, estableciendo un equilibrio entre desarrollo y medio ambiente, sin pretender obstruir ni frenar el progreso, disminuyendo los costos, eliminando la sobre explotación de los recursos naturales, mitigando los residuales y teniendo en cuenta las técnicas modernas de manejo ambiental.

Este estudio se realiza a escala de laboratorio y en el futuro deberá realizarse a escala de banco y piloto, permitiendo la propuesta e implementación de una tecnología novedosa y sustentable tanto desde el punto de vista tecnológico como económico. La misma supondría el aprovechamiento de las aguas de rehúso del proceso logrando producciones más limpias con cero vertimiento, su implementación generaría el incremento del aporte de divisas al país por el valor de la producción de este metal en el territorio así como la producción de empleos, con lo que se verá favorecida la calidad de vida de las futuras y crecientes generaciones.

El estudio que se propone forma parte del patrimonio científico del CIPIMM y sus resultados contribuyen al desarrollo del conocimiento acerca del tratamiento de residuales líquidos industriales, le aporta al centro, de esta manera, prestigio y reconocimiento a nivel nacional e internacional y permite a los especialistas ampliar y aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación profesional en esta temática.

En caso de reproducirse estos resultados a mayor escala y comprobada su factibilidad técnico económica, esta innovación puede estar sujeta a un proceso de transferencia de tecnología que pudiera significar una fuente de ingresos importantes para la entidad y en beneficio de nuestra sociedad.

CONCLUSIONES

1. La tecnológica analizada para el aprovechamiento integral de minerales auríferos con empleo de tiosulfato de sodio como agente lixiviante demuestra de forma indiscutible la estrecha relación existente en nuestro país entre ciencia - tecnología - medioambiente y su importancia para enfrentar problemas complejos de la sociedad en el contexto de nuestra situación nacional.
2. El conocimiento que aporta la ciencia, unido a una tecnología adecuada, resultó básico para el desarrollo de esta investigación.
3. El impacto científico de los resultados alcanzados expresan que el tiosulfato constituye un agente lixiviante alternativo al cianuro que brinda una vía para la recuperación de metales preciosos más amigable con el medio ambiente.
4. Esta investigación contribuye al logro de una sociedad sustentable, el tiosulfato de sodio ha demostrado ser eficaz en la recuperación de metales preciosos como se describe en la literatura consultada.

BIBLIOGRAFÍA

Aylmore, M.G. & D.M. Muir. 2001. "Thermodynamic analysis of gold leaching by ammoniacal thiosulfate using Eh/pH and speciation diagrams". Mineral & Metallurgical Processing Journal 18(4):221-227.

Breuer, P. & Jeffrey, A. I. 2003. A review of the chemistry, electrochemistry and kinetics of the gold thiosulfate leaching process. Hydrometalulurgy. Proceedings 5th International Symposium TMS, pp. 139-154.

Colectivo de Autores.2000. Problemas sociales de la ciencia y la tecnología. La Habana: Félix Varela.

Constitución de la República de Cuba. 2019. Tablóide Constitución de la República de Cuba proclamada el 10 de abril de 2019. Artículo 11: 2. Available: <https//www.gacetaoficial.gob.cu, [Consulted: November 19, 2020].

Figueredo, M. & Cabaleiro,Y. 2012. Investigación tecnológica del procesamiento de las Menas Sulfurosas del Yacimiento Barita (NIVEL + 50). Informe final etapa I: Estudios preparatorios iniciales para la posterior investigación. Informe de Investigación, II-149, La Habana: CIPIMM.

Figueredo, M.; Merida, A; Bugallo, F & Montejo, E. 2013. Informe de asistencia técnica a la UEB Oro Barita durante los meses de enero-noviembre del 2013. Informe de Investigación, II-162, La Habana: CIPIMM.

Hiskey, J. 1988. "Dissolution chemistry of gold silver in different lixiviants". Mineral Processing and Estractive Metallurgy Review pp. 95-134.

Hernández, I. 2015. Estudio y tendencia en minerales auríferos. V Convención de Ciencias de la Tierra GEOCIENCIAS 2013, La Habana: Sociedad Cubana de Geología.

Hernández, M; Castellanos, J, Cabrera & Alvarez, A. 2001. Estudio del procesamiento de las muestras tecnológicas MT-I y MT-II del Mineral Oro Barita. Informe de Investigación, II-99, La Habana: CIPIMM.

Jover, J. N. 1994. Pensar Ciencia, Tecnología y Sociedad. La Habana: Cátedra CTS+I de la Universidad de la Habana, Anexos. p/235.

Lago, L. 2005. Particularidades del sistema de gestión ambiental en la industria Available: <http://www.monografias.com/trabajos14/gestión-ambiental.>, [Consulted: May 8, 2020].

Lam, A.E. & Dreisinger, D.B. 2003.The importance of Cu (II) catalyst in the thiosulfate leaching of gold. Hydrometallurgy 2003: Proceedings 5th International Symposium TMS, pp. 195-211.

Las Cumbres sobre la Tierra. 2014. Available: <http://www.venecologia.com>, [Consulted: November 19, 2020].

Martínez, G. C. 2005. Definición de tecnologías y su impacto en la empresa. InSTEC: Editorial Academia, 87.

Martínez, Y. 2020. "Las tecnologías de la información y las comunicaciones,y la pedagogía en el contexto científico tecnológico actual. Evento científico de educación bioética y pensamiento crítico 2020, pp.P-6. Available: <https//www.actasdecongreso.sld.cu>, [Consulted: November 19, 2020].

Methods Standard 4500-CN-D. 1999. Cyanide by Titration. NEMI National Environmental Methods Index. Available: <https://www.nemi.gov/methods>, [Consulted: January 10, 2020].

Methods Standard 4500-CN-C.1999.Cianuro total en agua despues de la destilación. Available: <https://www.standardmethods>, [Consulted: January 10, 2020].

Michel, D. 2000. Le procédé thiosulfate comme technologie alternative à la cyanuration des matières aurifères. Thesis Doctoral, Faculté des Sciences Appliques, Université de Liège.

Muir, D.M. &. Aymore, M.G. 2004. Miner Proces. Extractive Metal.

Pacheco, P; Blanco, A & Alfonso,E. 2001. Caracterización, tratamiento y disposición de residuos generados en el procesamiento de minerales "Oro Barita". Informe Técnico, IT-110, La Habana: CIPIMM.

Pérez, M; Castellanos, J; Hernández, N & Alfonso, E. 2012. Alternativas para mejorar la calidad del doré y la eficiencia de la Planta Oro Barita. Informe de Investigación, II-151, La Habana: CIPIMM.

Peri, K., G. Yuan, & K.N., Han. 1999. Dissolution behavior of gold in ammoniacal solutions with

iodine as an oxidant. SME Preprint No. 99-117. Littleton, CO: SME

Planas, H. 2010. Política medioambiental y de sostenibilidad en Cuba. Available: <http:// www.efdeportes.com>, [Consulted: November 19, 2020].

PROYEST. 2002. Informe Exploración detallada Oro Barita. Reporte de Investigación 5286. La Habana: PROYEST.

PROYEST. 2002. Estudio de prefactibilidad del Yacimiento Barita. Versión II, Junio. Reporte de Investigación 5320. La Habana: PROYEST.

Núñez, J & Pimentel, L. 1994. Pensar Ciencia, Tecnología y Sociedad. La Habana: Editorial Félix Varela.

Quiroga, M. R. 2007. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible:avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Publicación de las Naciones Unidas, CEPAL, series Manuales No 55. ISBN: 978-92-1-323100-5, pp 2

Ritchie, I. M.; Nicol, M. J. & Staunton, W. P. 2001. Are there realistic alternatives to cyanide as alixiviant for gold at the present time? Cyanide: Social, Industrial and Economic Aspects; Annual meeting of TMS, New Orleans, Edited by Courtney Young; TMS, The Minerals & Materials Society; pp. 427-440.

Saez, F. 1999. Educación y Tecnología. España: Editorial América Ibérica Available: <http:// www.oa.upm.es>, [Consulted: November 19, 2020].

Sardi, G., Vigueras, J., & Velázquez, R. 2018. Estudio CTS de un sistema de orientación vocacional profesional virtual para jóvenes que aspiran ingresar en carreras universitarias. ReHuSo: Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales e-ISSN2550-6587 Publicación cuatrimestral. Edición contínua.Vol 3, 59.

Senanayake G, Perera W. & Nicol M. 2003.Thermodynamic studies of the gold (III)/(I)/(0) redox system in ammonia-thiosulfate solutions at 25°C. Hydrometallurgy 2003, Fifth International Conference; TMS, pp. 155-168.

Vázquez, L. & Medina, A. 2003. V Congreso Cubano de Geología y Minería, ¨Resultados de los trabajos de exploración en el depósito Oro Barita y las perspectivas de encontrar nuevos recursos. La Habana, pp. 6-7.

Vega, Marco A. 2012.Aspectos y avances en ciencia, tecnología e innovación Polis. Revista Latinoamericana ISSN electrónico: 0718-6568 Available: <https:// journals.openedition,org/polis/ docannenexe/image/8619/lmg-1.png>, [Consulted: November 19, 2020].

Yen.et al. 1996. Theory and Practice of Gold and Silver Extraction, pp. 32 - 50.

Conflicto de Intereses: El autor declara que no existe conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)