



Relación ciencia y minería en el siglo XXI

Abdul Rahim Fatawu

Carrera: Ingeniería en Minas.

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: Los avances tecnológicos en la extracción de minerales aparecieron en la medida que se acrecentaba la necesidad de explotar yacimientos de menor contenido y compleja ubicación en la corteza terrestre. El trabajo analizó la forma en que puede interpretarse la ciencia y la minería como actividades humanas estrechamente relacionadas en el siglo XXI, lo que permitió demostrar la vinculación directa entre ambas.

Palabras clave: Ciencia; minería; impacto tecnológico; tecnología.

Science and mining in the XXI century

Abstract: While the need to exploit mines with smaller ore concentrations and complex location within the earth crust increases, the technology used in mining activities continues to develop. The investigation presents the way in which science and mining can be interpreted as human activities closely related in the XXI century to prove the direct relationship between the two.

Key words: Science; mining; technological impact; technology.

Introducción

La ciencia como conocimiento sistematizado es elaborada mediante observaciones, razonamientos y pruebas metódicamente organizadas. Se vale de diferentes métodos y técnicas para la adquisición y organización de conocimientos sobre la estructura de un conjunto de hechos objetivos y accesibles. Debe estar basada en un criterio y una corrección permanente. La aplicación de estos métodos y conocimientos conduce a la generación de más conocimiento objetivos en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables referidas a hechos observables pasados, presentes y futuros; predicciones que pueden formarse mediante razonamientos y estructuras como reglas o leyes universales.

La minería es una actividad imprescindible en el desarrollo de la humanidad, especialmente para los países subdesarrollados que encuentran en ella una vía para encausar un crecimiento económico que les permita acumular recursos para encarar los retos impuestos por el desarrollo en una era donde la ciencia y la tecnología más modernas marcan el ritmo de crecimiento y desarrollo de las economías mundiales. Por ello es responsabilidad de la comunidad científica y de los decisores políticos y ambientales fundamentar teóricamente las formas de materializar prácticas mineras dirigidas a la búsqueda de la sustentabilidad de la actividad (Montero, 2006a).

El siglo XXI se caracteriza por el avance de la digitalización a nivel mundial. Este progreso ya se había iniciado a partir de la década de 1970 con la tercera revolución industrial. Sin embargo, a comienzos del siglo XXI, la digitalización experimentó un enorme cambio que dio lugar a nuevos dispositivos de almacenamiento de datos y una mayor intensidad en la expansión de la telefonía móvil, entre otras muchas características. En el campo de la tecnología también destacó el conocido apagón analógico, así como la aparición, en 2005, de la televisión digital terrestre.

La sociedad de hoy se encuentra en una nueva etapa como consecuencia del desarrollo industrial del siglo pasado. Las exigencias que demanda este nuevo orden mundial, donde el conocimiento y la información son el motor de los avances científicos y tecnológicos, requiere de una base fundamental para la adopción global de dicho orden.

El trabajo analiza la ciencia y la minería como actividades humanas estrechamente vinculadas en el siglo XXI.

La ciencia

La ciencia puede diferenciarse en básica o aplicada, esta última se basa en la aplicación del conocimiento científico a las necesidades humanas y al desarrollo de la tecnología.

En el desarrollo de la sociedad, la ciencia ha constituido un pilar fundamental en el avance científico desde su creación institucional a finales de siglo XVIII hasta nuestros días. La ciencia como institución, surgió a partir de la revolución científica-técnica como consecuencia de una nueva forma de producir.

La ciencia se inició como una actividad individual, pasando en el transcurso de su desarrollo, a ser el mecanismo mediante el cual las sociedades se prepararon para la producción en masas. La llamada comunidad científica, se convirtió en la regente de los descubrimientos e inventos en todas las disciplinas a través de la investigación organizada, concentrada mayormente en las universidades y sus centros de investigación especializada.

Pero concebir a la ciencia sólo como una actividad industrial, sería encerrar a la misma en un mundo utilitarista y economicista tan simple, que no se podría aceptar. Es una actividad particular del hombre orientada hacia el estudio de la realidad a partir de un cuerpo de conocimientos próximos a la verdad. La ciencia es el pilar fundamental del entendimiento del mundo donde vivimos, ya que nos ayuda a estudiarlo, explicarlo y transformarlo.

Para Kuhn (1962) la ciencia no es lineal sino cíclica. Dichos ciclos son transformaciones teóricas sobre la concepción de la realidad a partir de leyes científicas y proposiciones creativas e innovadoras de una forma particular y diferente, a esto Kuhn lo denomina paradigma científico.

Los paradigmas científicos han constituido a lo largo de la historia, la fuente fundamental explicativa por parte de la ciencia de los fenómenos y hechos que surgen por el constante devenir de las transformaciones, cambios y contradicciones de la realidad humana. Los paradigmas en dicha dinámica social, son pasajeros, pero no

olvidados a medida que explican fenómenos que no han sido estudiados o tratados vagamente y otros que refieren explicaciones diferentes pero que no tiene una visión radicalmente distinta.

Este continuo paradigmático, hace que la ciencia sea dinámica, lo que se criticaba antes, hoy se encuentran nuevas interpretaciones y se originan nuevos paradigmas a partir de la base de sus deficiencias y diferencias según el contexto social donde ocurra dicha comparación y diseño del nuevo paradigma.

Los paradigmas de la ciencia moderna se concentraron en una visión universalista de la misma a partir de un método científico común que explicara el camino a la verdad incuestionable. Desde Galileo y Descartes, se inicia el dominio del racionalismo científico en lo que paso a ser el método científico que conocemos hoy, cargado de una posición positivista del conocimiento, que sin duda, en pleno siglo XXI, se mantiene en los criterios fundamentales de las investigaciones científicas. La superación de la simple comprobación hipotética deductiva, es una necesidad para la ciencia de hoy ya que la realidad y los objetos de investigación requieren de una visión más amplia y vista desde varias ciencias, pero unificadas en su explicación y resolución de las contradicciones a partir de una noción postmoderna en un paradigma emergente.

El paradigma emergente de la ciencia debe "brotar de la dinámica y dialéctica histórica de la vida humana y se impone, cada vez más con fuerza y poder convincente, a nuestra mente inquisitiva." De hecho, la ciencia es consecuencia de la racionalidad e inteligencia humana y es el hombre el único capaz de cambiar sus propias interpretaciones sobre la realidad a fin de impulsar cambios en la ciencia moderna (Martínez, 1997).

El paradigma emergente se fundamenta en el principio de la interdisciplinariedad como camino científico idóneo para la nueva interpretación de la ciencia en el contexto del postmodernismo.

El papel de la ciencia y la tecnología en el mundo globalizado actual

Dentro del paradigma emergente, la realidad económica social ha determinado la necesidad de reorganizar las ciencias en un mundo cambiante, desigual y cada vez más unido a la producción capitalista de bienes y servicios en la era de la información.

A partir de la última década del siglo XX y principios del siglo XXI, las sociedades más desarrolladas se enmarcan en lo que se conoce como sociedades posindustriales. Para Lucas y García (2002), estas sociedades básicamente se caracterizan por los siguientes factores económicos-sociales:

En lo económico: Han tenido un incremento en la productividad a partir de las transformaciones tecnológicas en una primera instancia, y en una segunda instancia, el impulso de grandes cantidades de capital orientado a la inversión en tecnología hace que el proceso productivo sea hoy en día más complejo y científicamente estructurado, donde la investigación y el desarrollo, sean la base para esta realidad.

En el aspecto social: Las sociedades posindustriales han ido transformando al trabajo a tareas no manuales, sino comunicacionales y científicas, donde el trabajador es visto como relleno de la automatización tecnológica capaz de retroalimentar las informaciones y datos provenientes de ordenares modernos responsables de la producción industrial. Del mismo modo, se evidencia la poca importancia del grupo obrero debido a la mayor especialización en la diversificación de tareas más dinámicas y complejas, donde el ideal social, se concentra en la lucha de una mejor posición en el status social, dejando atrás la contradicción fundamental del capitalismo, como los es la lucha de clases y la defensa de los derechos de la clase trabajadora.

Estas condiciones del obrero dentro de las organizaciones sociales, hace que la administración del salario en el régimen capitalista avanzado, tenga progresivamente menor interés debido a la cobertura relativamente estable de las necesidades básicas de la población, la baja inflación y la búsqueda de tareas más independientes y creativas por parte de una clase trabajadora menos preocupada por el trabajo y más concentrada en el consumo masivo de bienes y servicios que ofrece la sociedad posindustrial.

Esta realidad socioeconómica, hace que la información pase a constituir el recurso más valioso, su generación, control y transferencia, constituyen la forma más clara del desarrollo de una sociedad industrial a una sociedad de conocimiento, donde la tecnología y los centros organizativos de innovación, establecen la plataforma para un mundo más dinámico y desigual.

La minería

La minería es el proceso de búsqueda y extracción de elementos económicamente valiosos de la superficie de la tierra, incluyendo los mares. Es una práctica antigua que el hombre ha utilizado a través de los años para obtener materiales indispensables en la elaboración de bienes. Descubrimientos arqueológicos indican desarrollo en esta actividad desde la época prehistórica, en la cual la minería era utilizada principalmente para la extracción de pedernal. Este mineral era principalmente usado para elaborar cuchillos y lanzas. A su vez, el oro, junto con el cobre y la plata, fueron de los primeros metales extraídos de una mina.

En el año 3 000 a.n.e. ya se habían descubierto minas de cobre en la Península del Sinaí. La explotación de otros materiales como el hierro (28 100 a.n.e.) fue otra de las actividades características de los egipcios, los cuales también son pioneros en cuanto a grandes construcciones se refiere. La actividad minera fue de gran ayuda para la construcción de estos monumentos.

La Revolución Industrial contribuyó en gran medida al desarrollo de la minería. La invención de la máquina de vapor de James Watt solucionó el problema de inundaciones que existía en las minas en esa época. La máquina de vapor fue utilizada como una bomba de agua, la cual extraía los excedentes de agua en las minas. También se generaron avances en cuanto a iluminación. Se venía utilizando métodos de flama, como por ejemplo velas o lámparas de aceite alimentadas por keroseno. Estas lámparas fueron remplazadas por las que utilizaban gases acetileno inflamable (que podía ser encendido fácilmente con pedernal) y reflectores metálicos. Más tarde se comenzaron a utilizar las lámparas de batería las cuales proporcionaban una luz más intensa, duraban más y pesaban menos.

En Latinoamérica, la industria minera, se inició en tiempos de la conquista. El espíritu de aventura y ambición de riquezas dieron la iniciativa a los españoles a ampliar sus horizontes y descubrir nuevos territorios ricos en metales.

Luego del descubrimiento de América, comenzó la explotación de minerales y metales iniciándose la búsqueda y descubrimiento de depósitos metalíferos y minas que dieron fama mundial a las nuevas colonias españolas. Lo que más se buscaba en esa época eran los depósitos auríferos. Posteriormente viene la etapa de la llamada minería

colonial. Destacan en esta etapa, la comercialización de la plata, el trabajo forzado en las minas, el auge de explotación de la plata, la explotación del cobre y los levantamientos campesinos son algunas de las circunstancias más relevantes de esta época Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América. CICEANA.

A principios del siglo XXI la minería se caracterizó por los signos de modernidad que comenzaban a surgir. Varias empresas extranjeras de explotación emigraron al continente con nuevas tecnologías para la extracción y refinación. Actualmente la extracción de minerales se comporta de la siguiente manera en algunos países latinoamericanos:

-Argentina: Se extrae antimonio, bismuto, mercurio, estaño y tungsteno principalmente.

-Bolivia: La pequeña minería es importante, destacando la extracción de estaño.

-Brasil: La extracción de piedras preciosas y semipreciosas es importante, así como el estaño y el oro aluvial. La vermiculita, el estaño y el oro también son área de explotación importante.

-Colombia: Lo más relevante es la explotación de Esmeraldas. Colombia produce aproximadamente el 95% de las esmeraldas de todo el mundo además de carbón, hierro, azufre, plomo y mercurio. En pequeña escala se produce antimonio, cromita y diatomita

Breve panorámica de la minería en Latinoamérica

La minería, como la gran mayoría de las actividades humanas, es una actividad que ocasiona daños inmediatos a la naturaleza, sin embargo es una importante fuente de obtención de riquezas que contribuyen al logro de la sustentabilidad de las comunidades (Montero, 2006b).

Un determinado nivel de utilización de una técnica o tecnología minera es decisivo para explicar sus particularidades desde su exploración hasta sus impactos y utilización de los diferentes productos portadores de elementos útiles. Por ejemplo, la minería del níquel a cielo abierto, es muy productiva, se desarrolla en un ambiente de seguridad, lo cual acrecienta las posibilidades para el mantenimiento de buenas condiciones

higiénico-sanitarias para el trabajador. La construcción de los caminos mineros es de bajo costo y se produce en un tiempo razonablemente corto. Todo esto la convierte en una actividad rentable, de rápida recuperación de la inversión. Un aspecto importante lo constituye el hecho de que se pueden introducir con más facilidad nuevas tecnologías de producción y además se facilitan las labores de mantenimiento de los equipos (Montero, 2006a).

Actualmente en este tipo de minería se utiliza generalmente equipamiento con una tecnología automatizada muy avanzada en la extracción y transportación de mineral como las excavadoras (sobre orugas o neumáticos) o dragalinas, y los camiones de volteo rígidos o articulados con sistema de GPS instalado.

Este tipo de minería es particularmente agresiva con relación a otros tipos de explotación de yacimientos subterráneos, se desarrolla en un espacio mayor de terreno y puede producir afectaciones al manto freático durante la actividad en una región más amplia. Los impactos sobre el medio ambiente varían de acuerdo al tipo de mineral que se va a extraer. Independientemente de esto, hay un elemento común, le es propia una profunda e inevitable actividad destructiva sobre los recursos no renovables directos y los indirectos, además, ocasiona impactos de importancia sobre recursos renovables asociados a las zonas donde se ubican los complejos mineros.

La minería provoca una presión al espacio, por cuanto lo utiliza como proveedor de recursos minerales y en la mayoría de los casos lo inhabilita temporalmente para otras actividades económicas y sociales. A medida que se desarrollan las operaciones mineras, interfieren en las demás posibilidades de aprovechamiento del espacio, en especial, cuando la mina o las instalaciones de beneficio se encuentran próximas a centros urbanos, esto condiciona la necesidad del ordenamiento territorial como una posible alternativa de compensación por la pérdida de espacios utilizables para otras actividades (Montero, 2006a).

Cuando los complejos mineros se ubican en zonas de fragilidad ambiental, con ecosistemas ricos en biodiversidad como son los casos de la minería artesanal en Perú, Bolivia, Brasil, Colombia o Venezuela, se pierden importantes espacios que afectan la calidad de vida de los habitantes de dichas regiones. Esto afecta la posibilidad de que las generaciones actuales y las futuras puedan disfrutar de los valores tangibles e intangibles de los paisajes degradados. Se pierde como entidad material y como

memoria histórica, sin que lleguen a formar parte del patrimonio que la minería deje como alternativa de surgimiento de nuevas actividades socioeconómicas a las presentes y futuras generaciones. Las actividades mineras han provocado, además, importantes cambios ambientales y ecológicos que afectan la diversidad de la flora y la fauna autóctonas en las áreas directa e indirectamente impactadas.

Es muy importante el análisis de este grupo de impactos porque en Iberoamérica la minería se desarrolla en regiones de extraordinaria biodiversidad como es el caso de la Amazonía y cercana a importantes cuencas hidrográficas. En otros casos como consecuencia de los cambios se producen daños de consideración a la sociodiversidad lo que constituye barreras para el logro de la sustentabilidad.

Impactos de la minería en la sociedad

Los cambios que se producen en la economía de las regiones mineras son consecuencia inmediata de la infraestructura vinculada directamente con la minería y la existencia de sectores productivos que trabajan para garantizar insumos y servicios para las empresas del sector. En este sentido, son destacables sus aportes a la economía nacional como la creación de empleos directos e indirectos de servicios para la industria, lo que promueve un desarrollo local.

Un fenómeno de relevancia para el logro de la sustentabilidad lo constituye la homogeneización económica que ocasiona y que se convierte en una amenaza para el logro de un desarrollo sustentable. Este proceso produce un efecto negativo en la medida en que toda la comunidad se pone en función de la minería a la vez que desaparecen renglones económicos tradicionales que constituían el fundamento de un tipo de diversidad cultural que, indudablemente, debe constituir un nicho para el surgimiento de actividades alternativas ante el agotamiento de los recursos minerales en los yacimientos actuales.

La experiencia internacional demuestra que esta es una situación típica de los países en desarrollo, donde la ausencia de sistemas integrados de formación de recursos humanos imposibilita crear complejos industriales donde se desarrollen economías cerradas que sean capaces de utilizar todos los residuales que producen las plantas beneficiadoras y las metalúrgicas. Además, de ser prácticamente imposible pensar en

la diversificación económica sobre la base de la utilización de otras fuentes socio productivas por la falta de capitales de todo tipo para emprender proyectos integrales.

Avances tecnológicos en la minería

La minería ha jugado a través de los años un papel fundamental en la economía y desarrollo de los países del mundo. Además de ayudar al desarrollo, su importancia radica en el abastecimiento de los materiales necesarios para producir bienes que simplifiquen la vida. Algo que se debe de tomar en cuenta hoy en día es el desarrollo de técnicas confiables para una explotación moderada. Es necesario considerar un desarrollo sostenible en esta área, pues no contar con los minerales necesarios, puede traer graves consecuencias. Las tecnologías que se emplean pueden sugerir a los especialistas, en correspondencia con las características de los sistemas ambientales, las estructuras tecnológicas que se deben emplear en cada uno de los procesos productivos. Esto se puede lograr únicamente a partir de una profunda caracterización de la zona donde se desarrollan las actividades económicas. Los especialistas deben conocer el modelo tecnológico adecuado para los diferentes sistemas ambientales y esto se puede lograr únicamente si se conocen las características de las tecnologías mineras, los ecosistemas y los sociosistemas donde se aplicarán. Los avances tecnológicos en la extracción de minerales han aparecido en la medida que se acrecentaba la necesidad de explotar yacimientos de menor contenido y compleja ubicación en la corteza terrestre.

En algunas minas se puede llegar a remover alrededor de medio millón de toneladas de material al día, esto no sería posible sin el uso de herramientas tecnológicas. La tecnología ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de la minería. Algunos avances en el área incluyen la utilización de métodos más avanzados para la extracción de materiales, como puede ser el uso de explosivos. Los materiales más utilizados para su elaboración son el nitrato de amonio y gasolina. El objetivo de estas explosiones es la fragmentación de las rocas, para después poder transportarlas con mayor facilidad. Por otro lado, la invención de equipos para el arranque, carga y descarga y transportación, como las excavadoras y grúas y camiones eléctricos ha facilitado el transporte del material extraído y el proceso en general. Los taladros eléctricos también juegan un papel importante en cuanto a avances tecnológicos se refiere. La punta de estos taladros es elaborada de acero o tungsteno. Estas

herramientas han impulsado la minería al reducir los costos y el tiempo de extracción en gran medida.

Conclusiones

El conocimiento de la génesis y desarrollo de la ciencia y la minería como actividades humanas en el siglo XXI permite interpretar la vinculación directa entre ambas.

La ciencia se ha convertido en parte de nuestra cultura y va estrechamente relacionada al avance tecnológico, como conocimiento sistematizado.

Los avances tecnológicos en la extracción de minerales han aparecido en la medida que se acrecentaba la necesidad de explotar yacimientos de menor contenido y compleja ubicación en la corteza terrestre.

Existe una estrecha relación entre ciencia y minería fundamentada en el nivel de utilización de una técnica o tecnología minera.

Referencias bibliográficas

KHUN, T. 1962: *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Pág. 104. Fondo de Cultura Económica, México.

LUCAS, M. Y GARCÍA. P. 2002: *Sociología de las Organizaciones*. Madrid McGRAW-HILL/Interamericana de España.

MARTÍNEZ, M. 1997: *El Paradigma Emergente (Hacia una nueva teoría de la racionalidad humana)*. 2 ed. Editorial Trillas, México.

MONTERO, J. 2006a: Ética del minero y sustentabilidad en la minería. *Revista Futuro*. V.4. No.15. México.

MONTERO, J. 2006b: Realidad minera y sustentabilidad en la minería. *Revista Futuro*. V.4. No. 13. México.