



UNA APROXIMACIÓN AL PENSAMIENTO COMPLEJO EN EL DESARROLLO DE LA GEOLOGÍA, LA MINERÍA Y LA METALURGIA

Orestes Gómez *Escuela de Minería y Recursos Naturales*

INTRODUCCIÓN

En los inicios de la civilización humana, el hombre en su continuo desarrollo, comenzó a utilizar los minerales para interactuar con el medio, así nacieron las primeras herramientas, primero las utilizó tal y como las encontraba (pedazos de rocas duras que utilizó como cuchillos, martillos, mazas, hachas de mano, puntas de lanzas y flechas, molinos, vasijas, asientos, yunques, etc., [Paleolítico]), luego aprendió a darles formas más apropiadas para su uso [Neolítico].

Estas herramientas rudimentarias las encontraba casualmente en su andar nómada, luego fijó los lugares donde sabía que podía encontrarlas con facilidad. Este período conocido como la "Edad de Piedra" sentó las bases para la utilización de los minerales por el hombre, para mejorar su bienestar y facilitar su vida en el medio hostil donde se desarrolló.

La utilización o incorporación de la agricultura como medio de subsistencia, trajo como consecuencia la necesidad de desarrollar mejores herramientas, constituidas de materiales más resistentes, así el hombre aprendió a utilizar primero el cobre, después el bronce, el hierro, el oro y la plata, fundamentalmente.

Las grandes civilizaciones prehistóricas como la sumeria, la babilónica, la china, la azteca, la maya, la inca y la egipcia, desarrollaron la búsqueda de minerales metálicos y no metálicos, la minería y la metalurgia del cobre, el bronce, el hierro, el oro y la plata, además de la utilización de aleaciones con antimonio, arsénico, estaño, etc.

La minería ha sido siempre una actividad productiva ligada a la historia económica, social y cultural de los pueblos, por lo que se puede afirmar, sin temor a equívocos, que el hombre ha sido minero desde los albores de la humanidad. Podemos decir que la MINERÍA propiamente dicha comenzó, por lo menos en Europa, hacia el final de la Edad Neolítica, entre el 2.800 a. C al 2.300 a. C.

El uso, cada vez más extendido e inevitable, de los minerales metálicos y no metálicos por las distintas civilizaciones humanas, de antes y después de nuestra era, trajo como resultado la necesidad de sistematizar los métodos de prospección y exploración de los depósitos o yacimientos minerales, así como mejorar las tecnologías para su explotación, beneficio y utilización.

En el año 1530, los españoles abrieron Mina Grande El Cobre, en la actual provincia de Santiago de Cuba, y según los reportes de la época, ya en ese tiempo se explotaban solo las bonanzas minerales, significativo esto de una selectividad minera incipiente y una necesidad económica de hacer rentable dicho negocio.

En todo el "Nuevo Mundo" los colonizadores comenzaron un proceso depredador de nuestros recursos minerales y ya a finales del siglo XVI existían minas en casi todas las colonias, nuestra minería tiene todo un historial de sangre y lágrimas que dejó innumerables víctimas bajo la tierra.

Las guerras en Europa por el control de las Américas propició el desarrollo de la minería no solo en América, en las colonias de África y Asia, las metrópolis europeas se lanzaron a una desenfrenada lucha por el control de los depósitos de oro, plata, hierro y cobre, fundamentalmente.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial se hizo necesario producir más, en menor tiempo y a bajo costo, nació así el capitalismo y con él la necesidad de conocer, con mucha más precisión y exactitud, la ubicación, la forma, así como la cantidad y calidad de los minerales de interés en los depósitos minerales, compulsado esto por un factor netamente económico, que dio al traste con el surgimiento de especialistas en esta materia y el estudio de la Geología como ciencia, de una forma sistematizada, en los centros de enseñanza superior europeos.

El empleo del carbón en las máquinas de vapor requirió la búsqueda sistemática de mayores reservas, de este valioso mineral que tuvo una intervención directa en el desarrollo del capitalismo y la vida moderna. Así surgen y se hacen imprescindibles los métodos de estimación de recursos minerales que hoy conocemos como "Métodos Tradicionales", basados estos en la adecuación de los modelos geológicos a figuras geométricas conocidas como el Cubo, la Pirámide y los Polígonos, la estadística matemática se hace presente para la estimación, a partir de un muestreo aleatorio, de las cantidades y calidades de las materias primas bajo estudio.

En la década del 60 del siglo pasado surge, como parte del pensamiento complejo en las Geociencias y como colofón a los trabajos de investigación del ingeniero Georges François Paul Marie MATHERON, catedrático de la Escuela de Minas de París, la "teoría de la variable regionalizada" y la Geoestadística como ciencia.

A partir de ese momento la estimación de los recursos minerales sólidos se hizo compleja en extremo y con el surgimiento de los ordenadores todos los aportes en el campo de la Geoestadística se incorporaron a los llamados "Métodos Automatizados de Estimación de Recursos" que han llegado a constituirse parte esencial, en la culminación de las fases de prospección y exploración geológica.

El año 2008 fue declarado por la ONU "Año Internacional de las Ciencias de la Tierra para la Sociedad, esta iniciativa estuvo enmarcada en un trienio que culminó en el 2009, año en que se celebró la III Convención de Ciencias de la Tierra en Cuba. En este evento se patentizó la necesidad de hacer conciencia mundial para la protección del medio ambiente y el uso racional y social de las materias primas minerales que solo son renovables en la escala de tiempo geológico. Es responsabilidad de los científicos convertir a estas ciencias en parte relevante de la cultura de la naturaleza, algo que todos debemos asumir con responsabilidad y ética, para lograr un mundo mejor, un mundo para los seres humanos, no de ricos y pobres, explotados y explotadores.

Con este trabajo queremos hacer una reseña histórica que demuestra como el ser humano ha convertido el uso de los minerales, que una vez fueron portadores de su desarrollo, en un medio de explotación y enriquecimiento de los más poderosos, en detrimento de la naturaleza, provocando el deterioro del sistema Tierra.

Es necesario crear una conciencia sociopolítica global sobre la importancia de proteger y usar racionalmente nuestros recursos minerales, como un nuevo paradigma esencial para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

Historia del pensamiento geológico Desde la antigüedad hasta la Edad Media

F. Gohier/Photo Researchers, Inc.

Los pueblos antiguos consideraban muchas características y procesos geológicos como obra de los dioses. Observaban el entorno natural con miedo y admiración, como algo peligroso y misterioso. Así, los antiguos sumerios, babilonios y otros pueblos, pese a realizar descubrimientos notables en matemáticas y astronomía, erraban en sus investigaciones geológicas al personificar los procesos geológicos. Estos mitos también eran corrientes en las civilizaciones del Nuevo Mundo; por ejemplo, los pueblos indígenas americanos pensaban que los surcos en los flancos de lo que se llegó a conocer como Torre del Diablo en Wyoming eran las huellas de las garras de un oso gigante.

Aristóteles, uno de los filósofos de la naturaleza más influyentes de todos los tiempos, descubrió en el siglo IV a.C. que las conchas fósiles encajadas en estratos de roca sedimentaria eran similares a las encontradas en las playas. Con esta observación supuso que las posiciones relativas de la tierra y del mar habían fluctuado en el pasado y comprendió que estos cambios requerirían grandes periodos de tiempo. Teofrasto, discípulo de Aristóteles, contribuyó al pensamiento geológico escribiendo el primer libro de mineralogía "De las piedras".

EL RENACIMIENTO

El Renacimiento marcó el verdadero inicio del estudio de las ciencias de la Tierra; la gente empezó a observar los procesos geológicos mucho más que los griegos clásicos lo hicieron. Si Leonardo da Vinci no fuera tan conocido como pintor o ingeniero, lo sería como pionero de las ciencias naturales. Se dio cuenta, por ejemplo, de que los paisajes están esculpidos por fenómenos de erosión, y de que las conchas fósiles de las piedras calizas de los Apeninos eran los restos de organismos marinos que habían vivido en el fondo de un mar antiguo que debía de haber cubierto Italia.



Georgius Agricola

Georg Bauer (1494-1555), más conocido por su nombre latinizado de Georgius Agricola, es considerado el fundador de la mineralogía.

Después de Leonardo, el filósofo naturalista francés Bernard Palissy escribió sobre la naturaleza y el

estudio científico de los suelos, de las aguas subterráneas y de los fósiles. Los trabajos clásicos sobre minerales de este periodo fueron escritos, sin embargo, por Georgius Agricola, un alemán experto en mineralogía que publicó *De Re Metallica* (1556) y *De Natura Fossilium* (1546). Agricola recopiló los desarrollos más recientes de geología, mineralogía, minería y metalurgia de su época; sus trabajos fueron traducidos con profusión.

Siglo XVII

Niels Stensen, un danés más conocido por la versión latina de su nombre, Nicolaus Steno, sobresale entre los geocientíficos del siglo XVII. En 1669 demostró que los ángulos interfaciales de los cristales de cuarzo eran constantes, con independencia de la forma y del tamaño de los cristales y que, por extensión, la estructura de otras especies cristalinas también sería constante. Así, al llamar la atención sobre el significado de la forma de los cristales, Steno sentó las bases de la ciencia cristalográfica. Sus observaciones sobre la naturaleza de los estratos de roca le llevaron a formular la ley de la superposición, uno de los principios básicos de la estratigrafía (ver más adelante).

Siglos XVIII y XIX

El pensamiento geológico del siglo XVIII se caracterizó por los debates entre escuelas opuestas. Los plutonistas, que proponían que todas las rocas de la Tierra se solidificaron a partir de una masa fundida y que luego fueron alteradas por otros procesos, se oponían a los neptunistas, cuyo principal exponente fue el geólogo alemán Abraham Gottlob Werner. Werner proponía que la corteza terrestre consistía en una serie de capas derivadas de material sedimentario depositadas en una secuencia regular por un gran océano, como en las capas de una cebolla. Por el contrario, el geólogo escocés James Hutton y los plutonistas, como eran llamados sus seguidores, distinguían las rocas sedimentarias de las intrusivas de origen volcánico.

Según la leyenda, las columnas de basalto de la Calzada de los Gigantes eran antiguas piedras utilizadas por los gigantes para cruzar el canal entre Irlanda y Escocia. Según evidencias geológicas, los científicos creen que las distintas columnas se formaron durante la fase de enfriamiento y contracción de una corriente de lava. La teoría de la tectónica de placas explica cómo se forman las montañas con las fuerzas que modelan la corteza terrestre.

Las grandes piezas de corteza se desplazan lateralmente. Esto crea grandes fuerzas de compresión que pliegan y llegan a romper las rocas. Estas capas de roca sedimentaria muestran un pliegue anticlinal en el que las capas se doblan hacia abajo.

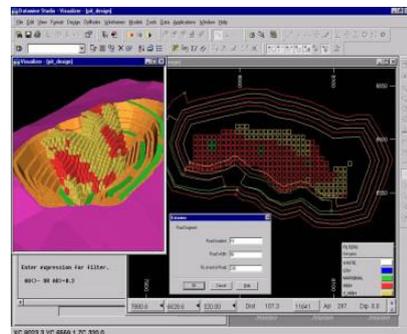
Siglo XX

Los avances tecnológicos de este siglo han suministrado herramientas nuevas y sofisticadas a los geólogos y les han permitido medir y controlar los procesos terrestres con una precisión antes inalcanzable. En su teoría básica, el campo de la geología experimentó una gran revolución con la introducción y el desarrollo de la hipótesis de la tectónica de placas que establece que la corteza de la Tierra y la parte superior sólida del manto se divide en varias placas que se mueven, chocan o se alejan en intervalos geológicos. La litosfera que constituye las placas se forma en las zonas de borde constructivo de placas, que son las dorsales de los centros de algunas cuencas oceánicas y los valles en rift de áreas continentales. Esa litosfera se destruye por fusión en el manto en los bordes destructivos o zonas de subducción, donde una placa se introduce por debajo de otra formando cordilleras y zonas volcánicas. Los lugares de la Tierra donde se producen los grandes terremotos tienden a situarse en los límites de estas placas sugiriendo que la actividad sísmica puede interpretarse como el resultado de movimientos horizontales de éstas.

INTRODUCCIÓN DEL PENSAMIENTO COMPLEJO EN LA ESTIMACIÓN DE RECURSOS

En la década de 1950, **Danie G. Krige** (Daniel Gerhardus Krige) nacido en el Estado Libre de Orange en Sudáfrica, comenzó sus investigaciones en el campo de las aplicaciones estadísticas para la estimación de recursos, cálculo de reservas, control de la ley minera y su reconciliación. Los trabajos empíricos de Krige para evaluar reservas mineros fueron formalizados en la década de 1960 por el ingeniero francés Georges Matheron, quien desarrolló la teoría de la Variable Regionalizada e implementó la técnica denominada, en el campo de la geoestadística, Krigeage (en Inglés Kriging).

La cantidad de reservas de un yacimiento, como uno de los factores principales que determinan su viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento, su producción anual y la decisión final de construir la empresa minera. Los distintos métodos de estimación de recursos que se emplean en la actualidad son definidos por los principios de interpretación empleados y las técnicas de interpolación espacial. Así tenemos los métodos clásicos de cálculos, desarrollados y utilizados desde los principios de la minería hasta nuestros días, que se basan en procedimientos manuales y donde los principales parámetros son estimados a partir de la media aritmética y la media ponderada. Por otra parte, los métodos asistidos por computadoras que incluyen el método de ponderación por el inverso de la distancia y los geoestadísticos y que se fundamentan en procedimientos matemáticos de interpolación definidos a partir de información espacial y estadística presente en los datos. Estos métodos surgieron con el desarrollo de las computadoras.



Sólido 3D del yacimiento Mariel, Cuba y diseño de cantera con modelo de bloques de recursos de un depósito de oro en Chile, (O. Gómez, 2007).

Actualmente con la disponibilidad de computadoras y software a precios accesibles existe una tendencia en las empresas mineras y las organizaciones gubernamentales al empleo de métodos computarizados en detrimento de los métodos clásicos.

Por lo anteriormente expuesto queda claro que la estimación de recursos es de vital importancia para el éxito de una inversión minera, por lo que las estimaciones de la ley y el tonelaje deben ser lo más confiable posible a partir de las muestras disponibles, la calidad de los análisis y la definición de los controles geológicos de la mineralización, (E. Estevez, 2007).

EVOLUCIÓN DE LA MINERÍA Y LA METALURGIA

Desde el principio de la historia el desarrollo de la minería y la metalurgia corre parejo con la evolución del pensamiento y con el desarrollo de la cultura en todas las demás formas de la actividad humana. Así vemos que cuando aparece el interés por las piedras preciosas se acrecen los conocimientos astronómicos y se perfeccionan las formas de escritura; que el descubrimiento de nuevos minerales metálicos y nuevas aleaciones coincide con la alquimia y la industrialización agrícola, todavía manufacturera; que al perfeccionamiento de la alfarería sigue el desarrollo de la escultura y de la pintura, etc.

Los hombres, desde los más remotos tiempos, habían tenido ya en gran aprecio muchos minerales por su transparencia, espléndido color y dureza; y los que reunían en más alto grado tales propiedades, los mismos que aun hoy tienen gran valor como piedras preciosas, fueron entre aquellas gentes considerados como algo sobrenatural y su posesión era apreciada mucho más que la del oro y la plata; se les atribuía la propiedad de preservar al hombre de las enfermedades graves y librarlo de los espíritus maléficos. Heródoto, 450 años antes de Jesucristo, menciona el aceite mineral de Zanta en el mar Jónico.

Primero las piedras preciosas y después lingotes de metal y de aleaciones, fueron usados como moneda, pero desde unos 400 años antes de Jesucristo, se empezó a usar la moneda acuñada entre los persas, asirios, fenicios, griegos y egipcios, lo que contribuyó notablemente a desarrollar el comercio y las comunicaciones.



Escuela de Atenas, Scala/Art Resource, NY

En la célebre Escuela de Atenas (1510-1511), fresco pintado por Rafael en el Vaticano, aparece Aristóteles departiendo con su maestro Platón (en el centro).

Aristóteles, discípulo de Platón y padre de la Historia Natural, resumió en sus libros lo que se sabía en su tiempo (350 años antes de Jesucristo), acerca de los minerales. Él los dividió en "térreos", "pétreos" y "metálicos". Teofrasto, discípulo de Aristóteles, publicó un trabajo sobre las piedras preciosas y llamó la atención sobre las formas geométricas de los minerales.

Entre los siglos V y VI se inició la explotación racional de los minerales en Sajonia y en Bohemia y durante la edad media, los conocimientos mineralógicos pasaron al dominio de la Alquimia (la química de los árabes). Al iniciarse el siglo XI apareció publicada en Córdoba (España) la primera clasificación racional de los minerales; fue establecida por

el médico árabe Avicena, quien los dividió en: "piedras" (infusibles), "metales" (fusibles), "azufres" (combustibles) y "sales" (solubles en agua y sápidos). En el siglo XIII otros dos sabios árabes, Averroes y El Edrisi, se ocuparon en el estudio de los fenómenos geológicos y de los minerales. Hacia mediados del siglo XIII apareció en Alemania el primer notable tratado de Mineralogía, debido al fraile alquimista Alberto Magno, y por ese mismo tiempo se había publicado en España el "Lapidario" de Mahomed Aben Quch.

Estado de la minería en América al tiempo del descubrimiento: Parece que fue al final de la edad neolítica o a mediados de la edad de los metales (hace unos diez mil años) cuando entraron en América los primeros hombres, procedentes del norte de Asia. La mayor parte de las tribus americanas no pasó nunca de una vida de cazadores nómadas. No descubrieron el uso del hierro y su principal riqueza metálica fue el oro y el cobre nativos.

Ni los Incas, ni los Mayas, ni los Aztecas conocían la pólvora, ni tenían herramientas de hierro, así es que para desagregar las rocas en la mina utilizaban el fuego, y para golpearlas y separar el mineral de la ganga, usaban mazas e instrumentos de piedra y de bronce.

En materia de alfarería y en el trabajo de la piedra, lo mismo en construcción que en escultura y lapidaria, eran muy adelantados estos pueblos. El oro, la plata y las piedras preciosas, eran objeto de principal explotación porque se servían de ellos en bruto para el comercio y para el pago de tributos al emperador. Seguían en importancia la explotación del cobre y el estaño y la preparación del bronce, porque con esta aleación fabricaban armas y herramientas, y con el cobre sin liga hacían muchísimos objetos.

Como no conocían el mercurio, extraían el oro de los terrenos sueltos de aluvión (placeres) por medio del lavado, valiéndose de la mayor densidad del metal; así recogían también los granos de casiterita; pero además explotaban el oro de veta, lo mismo que los filones de plata, plomo, cobre y estaño, por medio de labores a cielo abierto (superficiales) o auxiliándose del fuego para hacer tajos en la roca mineralizada. No descubrieron o no supieron explotar los criaderos de minerales de hierro, pero aprovecharon los de azufre, ocre y una tierra blanca (¿kaolín?) que estimaban en alto grado. Con el ámbar, que abundaba en la costa de los dos mares, engarzándolo en oro, llegaron a producir objetos de adorno, tan curiosos y originales como variados y artísticos.

El asfalto, que encontraban en las mismas costas, les servía para la fabricación de ciertos perfumes. En varios lugares del territorio encontraron y supieron utilizar en su ornamentación el cristal de roca, las amatistas, los jaspes y calcedonias, refritas y cornerina, obsidias, ágatas y ópalos. Por último, de algunas regiones se recibían en la corte, como tributos, esmeraldas, ojos de gato, turquesas, granates, topacios y "unas piedras verdes semejantes a las esmeraldas y poco inferiores a ellas", los berilos. Resulta, pues, indiscutible, que para el estado de cultura de aquella época y teniendo en cuenta el aislamiento en que habían vivido del resto del mundo, los aztecas habían llegado a realizar notables adelantos en la explotación de los minerales y en la fundición de los metales.

CULMINACIÓN ACTUAL DE LA MINERÍA

Mientras transcurría la conquista y colonización de América y durante los cinco siglos y medio transcurridos hasta ahora, todo progreso material de la humanidad está definitivamente ligado al aprovechamiento de las sustancias minerales, y aun podríamos decir más sin equivocarnos que el desarrollo del hombre es dependiente de la transformación y utilización de los minerales.

Es así como la industria minera culmina en estos momentos con la obtención de numerosos metales raros para destinarlos a aplicaciones muy diversas; con la producción de un sin número de aleaciones utilísimas, (A. Calvache, 1944).

MINERALES PARA EL FUTURO: UNA REVOLUCIÓN PARADIGMÁTICA DEL PENSAMIENTO COMPLEJO.

En el comienzo de la civilización humana, el hombre usó los minerales para convertirlos en herramientas, bienes de consumo, armas para defenderse y cazar animales de los que se alimentaba, con el surgimiento de la agricultura creó herramientas agrícolas cada vez más eficientes para aumentar la productividad y garantizar alimentos para todos los miembros de la tribu/aldea y lograr la supervivencia de la raza humana.

Después con el advenimiento de la prosperidad de las aldeas – comercio – ciudades estados, surgió la propiedad privada y el deseo de controlar los depósitos minerales, porque esto entrañaba poder sobre los que no poseían recursos minerales, pero los necesitaban para poder sembrar, cazar, vivir, crear, construir, defenderse. El hombre salió de la comunidad primitiva, donde todos trabajaban para todos, y surgió el esclavismo, que devino en feudalismo – capitalismo – imperialismo – imperialismo globalizado.

Cada día el deseo del hombre de controlar los recursos naturales y fundamentalmente los minerales, ha puesto más a la ciencia y la tecnología, en función de mejorar los métodos de búsqueda y exploración mineral y además potenciar la tecnología de cómo convertir los minerales, fundamentalmente metálicos, en armas de guerra cada vez más mortíferas, para aumentar su control sobre los recursos minerales, naciones enteras fueron borradas de la faz de la tierra con el único objetivo de robar sus riquezas minerales, recordemos que cuando los españoles llegaron a América, encontraron pueblos y ciudades magníficas, pobladas por nuestros antepasados americanos, obras de arte fueron fundidas para llevarse el oro que pagaba los desatinos de las metrópolis, civilizaciones enteras fueron convertidas en esclavas de otras que solo querían poder, gloria y dinero.

Cada día más, los minerales dejan de constituir una fuente de subsistencia y de vida, para convertirse en el germen de la muerte, el hambre, la opresión y la incompreensión entre los hombres que poblamos la tierra, nuestra tierra madre es desangrada, supuestamente con el interés de crear bienestar humano, cuando en realidad las grandes metrópolis que controlan el mercado de las materias primas minerales solo quieren ser más ricas cada día, sin importar lo que realmente debe importar, "...el uso racional y sustentable de los recursos minerales que de hecho son "no renovables"...", si los vemos en el contexto del lapso de la vida humana.

Es necesario que los seres humanos dejen de explotar los recursos minerales, solo para ganar dinero y pongan su esfuerzo y recursos por explotarlos para satisfacer las necesidades cada día más crecientes de los pueblos, de los hombres y las mujeres.



Bolsa de Nueva York, Wesley Bocxe/Photo Researchers, Inc.

La ciudad de Nueva York sirve de centro para el comercio internacional y las industrias financieras, y forma con Tokyo y Londres el triángulo de los principales centros financieros.

Las grandes naciones imperialistas, aunque en realidad debíamos decir, los grandes monopolios imperialistas del mundo, usan los precios de los minerales en las bolsas mundiales para chantajes políticos, destruir gobiernos, saquear naciones, destruir el medio ambiente de otros pueblos, porque es más rentable explotar los recursos de países subdesarrollados, que no tiene leyes fuertes que protejan sus ambientes, frente a la voracidad de las colosales maquinarias mineras de la actualidad.

La producción de oro se ha prostituido a tal nivel, que las empresas mineras del mundo solo les importa financiar proyectos para explotar ese recurso, soslayando buenos proyectos para explotar otros minerales que en realidad son más útiles para el ser humano. Si comparamos el uso de oro en la industria, contra el uso del cobre, el aluminio, el hierro, los materiales de construcción, etc., nos encontraríamos con la triste realidad de que es ínfimo, en comparación con el de los otros, el oro ha convertido a hombres en amos del resto del mundo y ha convertido a esos hombres en esclavos del oro. La mayor parte del oro va a parar a las bodegas de los bancos, para quedar allí, improductivo, inerte y estéril.

El 80 % de las materias primas minerales se saca de los países del llamado tercer mundo donde vivimos el 80 % de la población mundial y va a parar en un 80 % a las potencias ricas donde se las dilapida, en una sociedad cada vez más consumista, que constituye tan solo el 20 % de los seres humanos que poblamos el planeta.

Cada día el hombre pobre lucha por recuperar el oro de la tierra, destruyendo su propio ambiente, la tierra madre, como dice Morin, "... el planeta Tierra es nuestra patria, nuestra casa (home, heimat), nuestra patria, nuestra Tierra-Patri. Poseemos una "ciudadanía terrestre" y una "comunidad de destino terrestre"... (Morin 1993: 225).



Cada día hay más ríos contaminados con arsénico y cianuro usados, sin control, para la lixiviación y amalgamación del pirríco oro que es extraído con métodos arcaicos, por hombre que viven en el límite más exiguo de pobreza.

Baste decir que para que un depósito sea explotado en la actualidad, es necesario hacer primero un Estudio de Factibilidad Técnico – Económica, donde los seres humanos solo somos un recurso necesario más, que forma parte de los costos de operación, visto de otro modo, explotamos los minerales no para el buen vivir, lo hacemos porque es un buen negocio, pero ¿Quién se beneficia realmente de esto?, los "recursos humanos" o los que pagan salarios de miseria a los llamados "recursos humanos", por obtener su fuerza de trabajo. En términos reales, el "recurso humano" no es un fin, es solo un medio para obtener riquezas, que no siempre sirven a esos "recursos humanos".

¿Es realmente ético y moral, la forma en que practicamos las ciencias de la tierra, la forma en que evaluamos si es viable o no, la explotación de un recurso mineral?. Será realmente moral y ético cuando lo que decida sea la necesidad que tienen los hombres y las mujeres de ese recurso para vivir, y no la cantidad de dinero que se ganará por una empresa debido a su explotación.

¿Realmente ponemos nuestros empeños en proyectos mineros para la explotación de las materias primas, que daría al traste con el buen vivir humano? No lo hacemos, priorizamos los proyectos más lucrativos, como son los de oro, plata, diamante, coltan, u otro mineral que se cotice bien alto en las bolsas mundiales. Practicamos la Geología, la Minería y la Metalurgia de la codicia, de las pasiones por invertir el dinero para crear más dinero, nos hemos convertido en presas del dinero, después de haber sido quienes lo creamos.

Hasta donde y hasta cuando, nuestra tierra madre resistirá el embate desmedido por arrebatarle sus riquezas, con que las grandes, medianas y chicas naciones, justifican la carrera por un “desarrollo”, que nunca llega para los más necesitados, los más desvalidos, cuando inmensos recursos minerales, son destinados a hacer más ricos a los ricos, a construir más aviones, tanques, fusiles, bombas y toda clase de máquinas de muerte para aumentar su control sobre los pocos recursos que nos van quedando, en oposición a la necesidad de construir más viviendas, más puentes, industrias, hospitales, carreteras, tendidos eléctricos y plantas de generación, medios de transporte, que sustenten la vida, que sirvan para crear cada día más vida y no más muerte.

Pero si bien por una parte los países desarrollados han cambiado su forma de pensar en cuanto a la protección de sus recursos, visualizando la necesidad de proteger su medio ambiente, han optado por sancionar leyes muy rigurosas para garantizar que se mantengan sus suelos, su aire, sus ríos, lagos y mares, aptos para la vida. Entonces los capitales migraron, cambiaron su destino y fueron a parar a inversiones monumentales en países pobres, cuyos gobiernos vendidos e irresponsables entregan sus minerales, sin ningún escrúpulo al más postor, bosques enteros son desbastados cada año para poder minar la tierra y el producto de este “robo” sigue yendo a parar, fundamentalmente, a seguir aumentando la “calidad de vida” de los primer mundistas, paladines de la protección del medio ambiente, con excepciones marcadas como la de EE.UU. que se esfuerza por hacer prevalecer con la fuerza de sus cañones su filosofía de dueño del mundo, caiga quien caiga.

En la década de los setenta los países desarrollados consumían un promedio per cápita de 20 t de minerales al año, ese dato sería irrelevante si lo calculáramos para un habitante de un país subdesarrollado la cifra sería risorio. Todos los esquemas proteccionistas, las políticas, y los grandes análisis, que abogan por la protección del medio ambiente y la sustentabilidad en cuanto a los recursos minerales y la polémica sobre cuántos recursos debemos consumir y cuántos debemos dejar para las generaciones futuras que poblarán esta tierra, están plagados de una filosofía hipócrita y burguesa.

Desde la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII, hasta fines del siglo XIX, el consumo mineral creció diez veces, mientras que la población apenas se duplicó. En los primeros setenta años del siglo XX el crecimiento fue incluso más acentuado, siendo doce veces y medio mayor, en términos de valores (Cottrell, 1978). El mismo autor demuestra que para atender esta demanda era necesario la remoción de 8 t de roca por año y por persona, de las cuales, 3,3 t corresponden a los minerales de construcción, 2,5 t a desperdicios de la minería y a los estériles, 1,7 t a minerales energéticos, 136 kg a minerales metálicos y 154 kg a no metálicos. Lo que Cottrell no dice es, cuantas toneladas de mineral tenían que ser sacadas de países pobres y subdesarrollados, para ir a parar a las economías del primer mundo y engrasar la “calidad de vida” de las metrópolis capitalistas.

Las cantidades de recursos minerales consumidos mundialmente durante el siglo XX, han sido predominantemente representadas por petróleo, gas, carbón, hierro, cobre y aluminio, que juntos representaron aproximadamente dos tercios del consumo mineral mundial, siendo que del tercio restante, la mitad corresponde al consumo de arena y grava y la otra mitad se reparte entre todos los demás, de los cuales ninguno tiene participación superior al 1 %. Durante los años sesenta, el consumo mineral mundial (incluyendo energéticos, que equivalen a la mitad de ese total), correspondió a 4,5 % del valor total de la producción mundial (Cottrell, 1978). En 1990, las dieciocho naciones con mayor nivel de desarrollo mundial, que concentraban una población de 700 millones de personas usaron hierro y acero, en un volumen anual que varió de 254 kg a 522 kg por persona. De forma contrastante, en naciones subdesarrolladas, con una población total de 1,8 billones de personas, el consumo anual fue de 20,5 kg por persona (Youngquist, 1990).

Lo anteriormente descrito bastaría para probar lo que fácilmente se observa con relación a los desniveles exorbitantes entre los países desarrollados y los que pertenecen al bloque de los desposeídos, reflejando una necesidad cada vez más marcada por reformas en los paradigmas que dictan la vida o la muerte en el planeta, necesitamos cambios profundos en cuanto a la moral y la ética de los humanos todos, para que exista una verdadera voluntad política e ideológica, que repercuta en transformaciones económicas y sociales que realmente sirvan para mejorar la vida de los hombres y las mujeres del mundo, con mucho énfasis en los más pobres y necesitados.

No necesitamos grandes edificios de acero y cristal, grandes avenidas por donde corran autos de lujo, llenando la atmósfera de dióxido de carbono, no necesitamos para vivir grandes hoteles de lujo, con casinos de juego, donde todos los días, se juegan millones de dólares para satisfacer un vicio improductivo, necesitamos un mundo donde lo principal sea cubrir las necesidades básicas del ser humano, como son comer, tener un techo para no mojarnos, o pasar frío, vestirnos y calzarnos, tener escuelas para nuestros hijos, hospitales y centros de recreación sana y enriquecedora, necesitamos construir puentes, carreteras, vías férreas, presas, recuperar los desiertos, salvar los bosques y los humedales. Necesitamos acabar con las emanaciones de gases venenosos para la vida, estamos obligados a crear energía limpia, eliminar el uso del carbón y el petróleo como fuentes energéticas contaminantes y usar fuentes alternativas, que dicho sea de paso son muchas, pero no las potenciamos con un poco de los recursos que gastamos en sacar el oro para después venderlo y comprar petróleo para poder operar la industria minera que extraerá más oro, contaminar nuestro aire y nuestros mares, en otras palabras hacerles el juego a los imperialistas a los que el sur no les importa en lo absoluto y están hartos de demostrarlo como lo hicieron en Kyoto y Copenhague.

La economía mundial nos ha impuesto un modelo de vida estúpido, carente del más mínimo sentido común, el hombre prehistórico era mucho más práctico que nosotros, usaba los minerales solo para satisfacer sus necesidades y todos trabajaban para usarlos en beneficios de toda la tribu. Cuando no tenían rocas apropiadas para hacer una herramienta simplemente la obtenían cambiando una piel u otra cosa por la roca o por la herramienta en sí, porque en realidad el verdadero valor de las cosas estaba en su utilidad práctica, en el problema que resolvería, no radicaba en el esfuerzo realizado para obtenerlas, por eso una piel de oso o de cualquier otro animal, podía valer tanto como una roca de sílex con filo.

Esa práctica tan lógica para poder vivir, la perdimos cuando se entronizó entre los seres humanos la pasión por el poder de unos sobre los otros, como vil expresión psicológica del egoísmo y el miedo, cuando algunos descubrieron que podían vivir sin trabajar, si explotaban el trabajo ajeno, cuando otros comprendieron que podían vivir diciéndole a los demás como debían pensar y actuar, haciendo esclavos a los demás, de sus ideas y formas de visualizar la vida y la obra de los seres humanos.

Cuando el ser humano comprendió que el oro tenía propiedades excelentes desde el punto de vista físico, pues casi no se aprecia su oxidación, es muy maleable y brillante, comenzó a usarlo como objeto de cambio, acuñó monedas y lo convirtió en dinero, y con eso facilitó las relaciones comerciales entre las ciudades estados del momento, propulsando el desarrollo de la humanidad de forma acelerada, cuestión que tomó un carácter exponencial en el siglo XX, algunos seres humanos hoy, y gracias a la creación del dinero, acumulan una inmensa riqueza material, pero al mismo tiempo tienen una gran pobreza espiritual, y es tanta, que son capaces de mandar a matar y a morir, a millones de hombres, mujeres y niños, para robar, ante los ojos inertes del resto de la humanidad, sus riquezas minerales, y todo esto enarbolando una Biblia en una mano, la constitución de la nación en la otra y teniendo a su propio hijo cargado en las piernas, como un buenos padres que aparentan ser.

Pero analicemos brevemente algo paradójico, el dinero, la medida de la riqueza, a la vez cuestiona fuertemente el acceso a los productos

útiles y su distribución, imposibilita a la vez la operación a la que sirve como medio: Al fin y al cabo la propiedad puesta en vigor por la fuerza estatal, divorcia en un primer paso todas las necesidades de sus respectivos objetos, impide que se satisfagan hasta que no se haya pagado el precio exigido por la persona a la que pertenecen. Si un Estado establece el dinero como medio para satisfacer las necesidades, está claro que no hace que las necesidades sean el objetivo de su economía. Más bien somete su satisfacción a la capacidad de pagar por parte de quien tenga esa necesidad. La cantidad de dinero, vigilada por el Estado, que uno posee decide sobre su libertad en el mundo de los placeres.

Si partimos del análisis anterior, entonces comprenderemos fácilmente porque muchos Estados que poseen cuantiosos recursos minerales están en peligro de extinción, porque los seres humanos que lo pueblan, no tiene dinero para controlar las pandemias de VIH-SIDA o de Tuberculosis que devoran a sus habitantes, con grandes posibilidades de extinción de todo un pueblo.

Las necesidades no satisfechas, al igual que las mercancías que se pudren en un almacén porque nadie las puede comprar, atestiguan que la disociación de la compra y la venta, aquella técnica que permite intercambiar cualquier mercancía contra cualquier otra, crea un fuerte antagonismo. Al parecer es tan importante el dinero que una mercancía no consigue siquiera intercambiarse por otra.

Necesitamos hacer una revolución paradigmática en la geología, la minería y la metalurgia, debemos luchar por cambiar la concepción del hombre hacia el aprovechamiento de los recursos que nuestra madre tierra posee, debemos romper el paradigma del oro como medio de riqueza cuando la verdadera riqueza esta en usar los minerales que ayuden a facilitar la vida, minerales que posean un verdadero valor de uso, que sirvan con un principio verdaderamente utilitario a los hombres y a las mujeres.

Pero sabemos que esto dañará intereses globales, originará resistencias peligrosas, atacará las evidencias gigantescas del despilfarro atroz. La resistencia del paradigma es la más obstinada de todas, pues se confunde, para quienes están sometidos a ella, con la evidencia de la sensatez y lo real. Por otro lado, la revolución paradigmática no sólo amenaza a los conceptos, las ideas, las teorías, sino también al estatus, el prestigio, la carrera de todos aquellos que viven material y psíquicamente de la creencia establecida.

A continuación exponemos en una tabla comparativa (en cuanto al lugar que ocupan en el mundo: 2009) a ocho países pertenecientes a disímiles regiones del mundo y con diferentes niveles de desarrollo.

El primer país productor de oro del mundo, ocupaba el lugar 183 en la esperanza de vida al nacer. Para los sudafricanos el explotar su oro no significa riqueza y mucho menos más vida. El primer país productor de cobre del mundo, ocupa el lugar 42 en el consumo de energía eléctrica, Alemania no produce cobre pero ocupa el séptimo lugar.

El primer país productor de diamantes del mundo, ocupaba el lugar 133 en el consumo de proteínas, el lugar 160 en la esperanza de vida al nacer, el 154 en el acceso al agua potable, el 141 en el consumo de petróleo, y el 104 en el consumo de energía eléctrica. Ni Alemania ni Japón producen diamantes, pero Alemania tenía el número 1 en el acceso a agua potable, el lugar 16 en el consumo per cápita de proteínas y el 4 en el consumo de petróleo, Japón por su parte ocupaba el número 22 en el acceso a agua potable, el lugar 21 en el consumo per cápita de proteínas y el 2 en el consumo de petróleo



En países pobres los niños son usados como "recursos humanos" para explotar yacimientos minerales, en condiciones infrahumanas muchos de ellos mueren aplastados por rocas, la necesidad, el hambre, la miseria, los lleva a buscar una forma de sobre vivir, sin esperanzas de una vida mejor, sin atención médica, ni escuelas, ni juguetes, ni sueños.

Tomemos como ejemplo un país muy grande como la India: La India es el máximo productor mundial de mica y el tercero de carbón y lignito, baritina (sulfato de bario) y cromita (óxido de cromo y hierro), cuarto de hierro, sexto de bauxita y manganeso, décimo de aluminio y decimoprimer de acero crudo. ¡La India es, casi literalmente, una mina, un tesoro!. Las minas suponen la base del desarrollo industrial y un impulso para la economía. Pero este desarrollo tiene un coste.

Más de 750.000 hectáreas se dedican a la minería, incluyendo bosques y tierras agrícolas. Y aunque esa proporción parece pequeña para un país que supera los 328 millones de hectáreas, hay que recordar que en la India, segundo país más poblado del mundo, tener tierra es la mejor forma de sobrevivir. Así, ese aparentemente mínimo 0,2 % significa millones de desplazados.

En los estados de Chattisgarh y Madhya Pradesh, por ejemplo, el emplazamiento de industrias cementeras no sólo ha convertido tierras agrícolas en industriales, también ha supuesto el cambio de forma de

Indicadores	País							
	Sudáfrica	Ghana	Brasil	Chile	México	Congo	Alemania	Japón
Producción de oro	1	11	13	14	20	70	-	29
Producción de cobre	20	-	17	1	12	23	-	48
Producción de hierro	9	-	1	17	15	-	30	50
Producción de diamantes	4	10	8	-	-	1	-	-
Mortalidad infantil	44	52	83	150	109	22	183	190
Desempleo	7	73	60	82	128	NA	59	105
Alfabetización	103	129	101	61	85	92	41	36
Consumo per cápita de proteínas	62	137	79	63	53	133	16	21
Esperanza de vida al nacer	183	149	88	39	50	160	23	4
Acceso al agua potable	90	129	86	64	51	154	1	22
Población desnutrida	NA	51	7	70	23	6	N.T.	N.T.
Consumo de petróleo	27	91	9	50	11	141	4	2
Consumo de energía eléctrica	15	100	9	42	16	104	7	3

FUENTE

The World Bank, 2009

vida de los agricultores del arroz, que han pasado a ser trabajadores de las plantas, con un drástico cambio de estilo de vida.

Ecológicamente, el cambio no es menor: las tierras se han convertido en profundas canteras.



Niños mineros de la India

Y es que todos los peldaños de la minería suponen una cadena de destrucción. Desde la exploración, pasando por la excavación, extracción, y terminando con la clausura. Porque los residuos que no son válidos para la industria se amontonan en las cercanías del lugar de extracción o en tierras públicas, (de cada cien mil gramos de tierra extraída, sólo uno es oro); y a los escombros y demás residuos hay que añadir las sales e incluso

desechos radiactivos, que se liberan en la extracción. Porque algunos desechos provienen de la mena, metales pesados como mercurio, arsénico, plomo, zinc y cadmio, pero otros se añaden durante el proceso de extracción, como el cianuro utilizado para la extracción de oro.

Y esas pilas de residuos almacenadas son removidas por el viento y arrastradas por las aguas de lluvia, contaminando el entorno. Las minas de uranio, por ejemplo, generan grandes volúmenes de residuos que contienen numerosos materiales radiactivos extremadamente peligrosos para los seres humanos y los animales. Torio-230, Radio-226, Radón-222 y Polonio-210, por ejemplo, entran en la cadena alimenticia al ser arrastrados por el viento sobre vegetales que crecen a kilómetros de distancia. Pero su presencia puede detectarse a cientos de kilómetros cuando caen en corrientes de agua y llegan a los ríos, (Arvind Tuppo, 2007).

Las minas mal gestionadas proliferan por todo el mundo, no son exclusivas de los países en desarrollo. Las malas prácticas destruyen el entorno y los estilos de vida locales. Pero la minería es la base de una industria necesaria, el reto reside en contener la contaminación y asegurar la salud y el bienestar de las comunidades cercanas. Asegurar que las minas no destruyan bosques y otros ecosistemas, esenciales para la supervivencia humana. Cuanta desigualdad, y cuanta injusticia para los países pobres que explotan sus recursos minerales, para que las grandes potencias tengan un nivel de vida desahogado y consumista, mientras los extraen de la tierra los recursos minerales mueren de hambre o ven a sus hijos fallecer por no tener una medicina de cuatro dólares.

Está claro que no podemos seguir pensando de forma unilateral y excluyente en cuanto a la utilización de los recursos minerales, no seremos perdonados por la razón, la naturaleza, el hombre, la sociedad y la historia.

Todos fuimos testigos de la guerra brutal que han desatado los imperios del mundo contra los pueblos de Irak y Afganistán para robarles su petróleo, las grandes potencias juegan con el precio del petróleo como si jugaran al "Monopolio", juego que casi todos jugamos de niño, pero que entraña en sí mismo el deseo de poder e inculca la cruel idea, en los niños y las niñas, que para prevalecer debemos tener más dinero que los demás y arruinarlos para poder ganar, ¿Qué?

En tiempos actuales diferentes autores han introducido ideas renovadoras, en cuanto a la ética, la responsabilidad, la moral, la antropología, etc., otros filosofan a cerca de cuan certeros o no, fueron los primeros en sus análisis de los problemas que aquejan a la sociedad moderna, a la naturaleza y la propia posibilidad de la continuidad de la existencia humana, pero no pasamos de ahí, no acabamos de comprender y hacernos consciente del porque estamos en la Tierra, de cuál es el verdadero sentido de la vida en general y de la humana en particular.

No necesitamos filosofar más, es necesario hacer, en realidad todo está dicho, sino con la palabra o con las letras, en la manera en que los hombres comenzamos a vivir en el planeta, necesitamos cambiar realmente el orden deshonesto e irreverente de las cosas, reaprender a reconocernos todos con iguales derechos, vivir en real comunidad entre nosotros mismos y con la naturaleza, aprovechar de ella lo que tan generosamente creó y crea para todos, nadie es dueño de lo que, por el simple concepto de ser terrícolas, nos pertenece a todos por igual.

Cuando el hombre salió de África para poblar el mundo, no llevaba consigo pasaporte alguno o carné de identidad, cuando por necesidades obvias se mudaba de un terreno a otro buscando mejores posibilidades y recursos, no le tenía que pedir permiso a alguien, el propio sentido común de la supervivencia justificaba lo que hacía, ahora los Estados dictan leyes contra la inmigración, supuestamente para proteger a sus habitantes de violadores, vagos y traficantes de drogas, con un marcado sentido racista, los gobiernos estatalizan esa política y legalizan el hecho de quienes tiene derecho a vivir o no, en un pedazo de tierra que en realidad y por intrínseco derecho humano, no le pertenece a alguien.

En la actualidad existe un gran debate sobre la sustentabilidad de los minerales y la contradicción entre desarrollo y las tasas actuales de utilización de recursos en los procesos productivos y sus efectos sobre el Planeta, en realidad el problema constituye una amenaza, un nuevo límite, ahora de carácter global, relacionado con la capacidad de reproducción de los sistemas naturales.

...Entre los bienes naturales, los minerales son considerados como los que constituyen la principal y más importante base de los recursos materiales que sustenta la civilización moderna, indispensables para la existencia del hombre. No existe la posibilidad de pensar en calidad de vida y consecuentemente en desarrollo económico, sin la amplia utilización de recursos minerales y por tanto, sin la minería. La prioridad que se le da a la minería se debe al carácter esencial de las materias primas y los energéticos, puestos a nuestra disposición, en grandes cantidades, por la minería. Además de eso, garantizan parte del progreso y bienestar de la población, tanto por la mejora de calidad de vida, en forma de viviendas, saneamiento, carreteras, puentes, medios de transportes, fertilizantes, aparatos quirúrgicos, electrodomésticos, entre otros, como también por las divisas que puede generar... (R. Negrão, 2002).

Cuanta falta de verdad hay dentro de las aseveraciones de la señora Negrão, de que progreso habla y de que bienestar, progreso, modernidad y bienestar si, para los poderosos, los ricos que constituyen el 20 % de la población mundial, ni tan siquiera puede referirse a todos los que habitan en países desarrollados, donde hoy viven millones de personas pobres, y que por cierto, muchas se han quedado sin las viviendas que supuestamente se garantizan con la explotación de los minerales. En su discurso sobre la sustentabilidad social patentiza que, la minería por sí sola no es capaz de resolver el problema de la pobreza y el hambre, que es responsabilidad de los gobiernos de los países pobres tornar la miseria en riqueza, repartiendo más equitativamente la renta nacional. En otras palabras la culpa de los avatares de los pobres, la tiene los pobres y sus gobiernos, la culpa de que en muchos países de América, África y Asia, vivan personas en condiciones infrahumanas, mueran cientos de niños sin atención médica y sus campos, ríos y mares estén contaminados es única y exclusivamente de ellos, por tanto debemos suponer que las potencias capitalistas que nos colonizaron, nos aniquilaron, nos robaron, nos endeudaron, nos segregaron y nos quieren seguir gobernado con el dólar en una mano y una pistola en la otra no tiene ninguna responsabilidad con nuestra hambre y nuestra pobreza, esa es la filosofía del capital y la propiedad, la de los "vidafagos" del mundo de hoy.

La culpa de la exclusión de la riqueza la tiene el concepto de propiedad en cualquiera de sus versiones. Hoy en día, esta institución "legal" ha llegado a tener validez hasta en los más recónditos lugares de la Tierra. Cualquier trozo de riqueza, sea natural o producido, le pertenece a

alguien. En todas partes existe un poder estatal que, por un lado, dota a algunos ciudadanos o instituciones del derecho a disponer a su gusto de bienes materiales y, por otro, prohíbe a todos los demás apoderarse de estos bienes, aunque éstos también los necesiten.

La exclusión de la riqueza, inherente a la propiedad, se agudiza por el hecho de que los pobres no solo están privados de los medios de consumo ya producidos, porque no tiene dinero para pagarlos, sino porque, además, han sido privados de las fuentes de riquezas mismas, es decir de los medios de producción, de los recursos minerales y junto con éstos, de los instrumentos de trabajo que les permiten producir los objetos necesarios para solucionar sus necesidades.

Tenemos que comprender que la revolución se juega hoy no tanto en el terreno de las ideas buenas o verdaderas opuestas en una lucha de vida o muerte a las ideas malas y falsas, sino en el terreno de la complejidad de las ideas. La salida de la edad de hierro planetaria y de la prehistoria del espíritu humano nos exige pensar de forma radicalmente compleja (Morin 1992: 244).

Es necesaria una nueva antropología y de una nueva epistemología que sustente las investigaciones y la práctica, en el campo de la geología, la minería y la metalurgia, que nos sumerja en el sujeto que elabora los métodos. Se hace necesaria la híper complejidad de un sujeto crítico, que en el fondo es quien corrige los métodos, para hacerlos mejor, más humanos. Necesitamos irrevocablemente, minerales para un presente verdaderamente humano y para un futuro formidable, necesitamos minerales para nuestros hijos y los hijos de nuestros hijos, para el ser humano del futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Calvache Dorado, A.: *Breve Discurso Acerca de los Orígenes de la Minería*, Boletín de minas, Editorial Neptuno, La Habana, 1944.

Cottrell, A.: *Environmental Economics*. Cambridge, Halsted Press Book; New York, John Wiley & Sons, 1978.

Estévez Cruz, E.: *Apuntes sobre estimación de recursos y reservas*, <http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml>.

Gómez González, O. *Tesis en opción al grado de Master en Ciencias Geológicas*, Universidad de Pinar del Río, 2007.

Morin E.: *El método IV: las ideas. Su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización*, Ediciones Cátedra, Barcelona. 1992.

Morin, E.: *Tierra Patria*. Seuil. Paris. 1993.

Negrão Cavalcanti, R.: *Recursos minerales, minería y desarrollo sustentable*, II curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental, 2002.

Renfrew, C.: *El Alba de la Civilización. La Revolución del Radiocarbono y la Europa Prehistórica*. Ed. Itsmo, Madrid, 1986.

Stearns P. N.: *Influencia mundial de la revolución industrial*, Microsoft® Student 2008 [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.

Tuppo A.: *Minas, sí... pero bien gestionadas. Minerales, mitos y mafias*. CSE. www.ison21.es/2007/09/28/minas-si-pero-bien-gestionadas.

Villar Moyo, R. M.: *Aproximación a la historia de la minería*, <http://hdl.handle.net/2024/563>.

Youngquist, W.: *Mineral Resources & the Destinies of Nations*. Portland: National Book Company, 1990. 280 p.