

REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR
UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
FACULTAD DE HUMANIDADES

DEPARTAMENTO DE MARXISMO - LENINISMO

TESIS EN OPCION AL TITULO ACADEMICO DE MASTER EN CIENCIA -
TECNOLOGIA - SOCIEDAD

TITULO: El desarrollo sustentable en la minería.

AUTOR: Lic. Juan Manuel Montero Peña

**TUTORES: Dra. Clara Elisa Miranda Vera
Dr. C. Eulicer Fernández Maresma**

Moa - 2001

Dedicatoria:

A mi padre, el más excepcional de todos los humanos que he conocido. Para él ésta Tesis que merece más que nadie por su permanente amor a la verdad y a la libertad. Por darme el ejemplo preciso en cada momento, por enseñarme el camino de los rectos y por su solidaridad permanente con los hombres de fila. Por ser tan claro en sus valoraciones sobre los temas más difíciles de pronosticar. Por haber amado tanto a su familia y entregarle un ejemplo de sacrificio y dedicación. Por ser tan polémico, tan severo en sus criterios y tan duro de convencer, por tener la razón siempre en los consejos que nos da. Por ser tú el filósofo y no yo, por ser sencillamente un mortal con virtudes y defectos. Por eso y mucho más escribí todo esto aún cuando me aconsejaste que todavía no era el momento para hablar de estas cosas y cuando deseaste que yo fuera Abogado y no aprendiz de cualquier otra cosa.

Agradecimientos:

A mi familia. A todos los miembros de mi familia, que han realizado esta Maestría conmigo, que cursaron cada crédito y viajaron junto a mí en cada encuentro. A ellos, que esperan lo mejor de mí en cada salida. A todos los que suplieron las necesidades de mis hijos cuando yo no estaba. A los que desde cualquier parte que se encuentren están pendientes de cada detalle de mi vida y de mis hijos, que comprenden los sinsabores de la vida con el paladar de mi Madre. A los que no necesitan ser Ingenieros o Doctores para ser mejores, porque el valor no lo llevan las personas en los títulos sino en sus buenas acciones a su paso por la vida. A los que en mi casa saben cómo se inculca el amor e hicieron de la familia un paradigma sagrado, luchando por dejar un ejemplo a sus descendientes. A los que tienen una ideología bien limpia y cada día alimentan el camino de nosotros con una espiritualidad mayor. A todos los que me enseñaron el significado del verbo amar y el contenido del concepto patria.

A Rubén Oliveros Guilarte. Por tener todas las cualidades que yo deseo para un hermano espiritual, que es como decir un amigo verdadero. Por tener una idea verdadera de la amistad, cercana a la devoción, que te hacen especial para quienes te conocemos. Por tu concepto de familia y por permitirme seguir confiando en la especie humana. Por estar acompañándome en los momentos más difíciles de mi vida.

A Eulicer Fernández Maresma, el tutor que todos necesitamos. Por tener confianza en uno de mi especialidad cuando casi nadie cree en ellos, por decirme adelante, tú puedes llegar si te lo propones. Por darme la ayuda y el ejemplo necesario, por estar conmigo en los momentos en que todos necesitan amigos. Por tantas otras cosas que no es necesario decir.

A Clara Elisa Miranda Vera, para mí un ejemplo permanente de talento y superación, una tutora difícil y suave. Para ti Clarita, que quitándole tiempo al descanso y a tu familia cuidaste celosamente cada detalle de esta Tesis. Para ti que me hiciste entrar por camino y me ayudaste a creer en empeños mayores.

A Miguel Hernández Torres, un amigo siempre dispuesto a colaborar con quienes lo necesitan de forma incondicional y quien se ha preocupado por cada detalle de esta Tesis desde que lo conocí.

A Rosabel Gil Tope, “Taty”, quien revisó con dedicación total cada párrafo, línea, punto y coma de mi Tesis y recomendó en cada ocasión la palabra precisa. A ella que sin conocer el

tema, buscó la lógica de cada idea, tratando de hacer mejor mi esfuerzo de tantos días, noches y madrugadas.

A **Noemí Rizo Rabelo**, mi hermana de mil batallas y una más, a quien le debo en buena medida haber realizado la Maestría. A **Eduardo**, quien me acogió en su casa como a un hermano y me brindó apoyo. A **Ocilia** que siempre estuvo pendiente de mí.

A mi hermano **Luis Orlando Hondal Quintero**, que en cualquier parte se alegra con mis triunfos y sufre con mis penas. Al recuerdo de su madre **Odalís**.

A **mis compañeros de trabajo del Departamento**, por su colaboración incondicional en cada momento, por soportar mi manera desenfadada de ser y hasta por sus críticas, las oportunas y las desacertadas. A **Guillermo Padilla Martínez**, quien sí sabe cómo apoyar a un amigo en sus momentos más difíciles y por creer en mí y tratar de que salga adelante.

A los que siempre creen en mí y me animan a seguir investigando y me hacen creer que siempre se puede escalar un peldaño más alto.

A muchas personas humildes, que esperan que los profesionales cubanos, con sus creaciones logren sacar al país adelante y que admiran las obras del sacrificio humano, aunque no puedan expresarlo con las palabras más claras.

To my friend **Michael Armstrong** who dedicated daily thoughts on my investigation. Thank you for your help. This thesis is also a result of your dedication and help.

Índice:

Resumen./ 6

Introducción./ 7

Capítulo I: Potencialidades del concepto desarrollo sustentable en las actividades productivas./ 15

1.1 Surgimiento de la definición del desarrollo sustentable./ 15

1.2 La definición de desarrollo sustentable: limitaciones y aciertos./ 17

1.3 Consideraciones generales en el concepto desarrollo sustentable./ 31

Capítulo II : Caracterización general de la zona minero de Moa./ 37

2.1 Caracterización ambiental del objeto de estudio./ 37

2.2 Características socio - económicas del territorio./ 39

2.3 Impactos ambientales de origen natural./ 41

2.4 Características hidrometeorológicas e hidrogeológicas./ 43

2.5 Características generales de la actividad minera./ 44

2.6 Los procesos minero - metalúrgicos en las empresas del níquel en Moa./ 52

Capítulo III: Lo sustentable en la minería./ 57

3.1 La importancia de la minería para el desarrollo./ 57

3.2 Lo particular en el concepto desarrollo sustentable./ 59

3.3 Indicadores de sustentabilidad de los recursos mineros./ 61

3.4 Indicadores generales de sustentabilidad ambiental./ 70

3.5 El concepto desarrollo sustentable para la minería./ 74

Conclusiones./ 80

Recomendaciones./ 83

Bibliografía Consultada./ 84

Resumen:

La Tesis que el lector tendrá a continuación en sus manos tiene como objetivo **Analizar la concepción general del desarrollo sustentable en la actividad minera, los indicadores para medir la sustentabilidad de la misma, elaborando un concepto que sirva de base metodológica para definir los diferentes campos de acción y análisis de la minería.**

Para darle cumplimiento a éste objetivo se proponen tres capítulos. En el **Capítulo I** denominado **Potencialidades del concepto desarrollo sustentable en las actividades productivas** valoramos los antecedentes de éste concepto dedicando especial atención al análisis de diferentes definiciones aparecidas en la literatura sobre el desarrollo sustentable. Se intenta precisar las limitaciones y aciertos de cada autor analizado, dirigidas a argumentar la idea de que éste es un concepto que se queda en la generalidad teórica. Además se reflexiona acerca del origen del término sustentable y sus diferencias con otros que reflejan el mismo objeto de estudio.

En el **Capítulo II** al cual se le denomina **Caracterización general de la zona minera de Moa** se caracteriza la minería como actividad económica, sus impactos sobre el medio ambiente y las características generales de ésta en las islas y en Moa en particular. Todas estas reflexiones persiguen el objetivo de argumentar la idea sobre el carácter no sustentable de la minería y la necesidad de poseer indicadores para medir la sustentabilidad y un nuevo concepto con éste fin.

Para el **Capítulo III** titulado **Lo sustentable en la minería** se plantean los indicadores de sustentabilidad que deben medirse para determinar cuándo una actividad económica es sustentable en sentido general y la minería en particular para la cual se propone un conjunto de indicadores específicos. Además se plantea una nueva forma de analizar la sustentabilidad desde la minería como **desarrollo compensado**. Estos precisamente constituyen los elementos novedosos que desarrolla la Maestría que defendemos.

Como **resultados esperados** se propone un concepto de sustentabilidad para la actividad minera y se plantean los indicadores para evaluarla.

Introducción:

El siglo XX puede ser calificado como el de mayor avance en la conquista del hombre sobre la naturaleza. La actividad humana, utilizando las más diversas tecnologías, ha penetrado prácticamente todos los dominios del mundo, desde la manipulación genética, la fertilización in vitro hasta la exploración minera a través del uso de satélites artificiales. La ciencia y la tecnología se han convertido en aliados naturales del hombre en su enfrentamiento milenario a las "fuerzas ciegas" de la naturaleza, doblegando a esta última a límites inimaginables en los siglos anteriores. Las consecuencias de este proceso se pueden apreciar en esferas tan diferentes como el clima, la capa de ozono, la disminución de la fertilidad de los suelos, el aumento del nivel de los mares, la desaparición de millones de especies o la pobreza cada vez mayor como consecuencia de la aplicación de modelos socio económicos destructores del medio ambiente.

La búsqueda de un modelo de desarrollo donde se armonicen los intereses de la naturaleza y la sociedad se ha convertido en un imperativo de nuestra época. La toma de conciencia mundial sobre el carácter finito de los recursos naturales ha situado en la mesa de los más diversos tipos de actores sociales la necesidad de encontrar una vía de desarrollo que permita perpetuar la especie humana para lo cual se exige de un medio ambiente donde sea posible la vida del hombre y de las demás especies. En esta dirección la humanidad parece coincidir en que el tipo de modelo que debe imponerse es el de la sustentabilidad, el cual en sus dimensiones incluye lo ecológico, lo ambiental, lo político y lo social (Guimaraes, 1994). Mientras otros con esta misma perspectiva lo ven a través de las dimensiones económica, política y medio ambiental (CEPAL, 1992).

Otros autores y organismos multilaterales ven la sustentabilidad desde posiciones diferentes tal es el caso de la llamada Comisión Sur que ve el desarrollo a partir del logro de una alta espiritualidad, de liberar a los hombres del temor a las carencias materiales y a la desaparición de la opresión económica y política (Comisión Sur, 1991:20). Por su parte (Valdés & Chassagnes, 1997:35) incluyen en su forma de analizar el desarrollo sustentable desafíos que los gobiernos deben enfrentar dirigidos a lograr crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental.

La amplia literatura consultada sobre el problema nos llevó hasta autores que introducen elementos nuevos en sus valoraciones sobre el problema que estamos abordando como es el caso de los que consideran que el desarrollo no puede crear deudas sociales y ecológicas (Pronk & Nabub, 1992:6). En esta misma dirección en los trabajos de (Herrero, 1989:37-38)

aparecen ideas referidas a un desarrollo que incluya la satisfacción de las necesidades de los pobres de forma preponderante donde incluye todo lo relacionado con las limitaciones que imponen la organización social, la capacidad de la biosfera de absorber los residuos de las actividades humanas y la tecnología existente.

Asimismo en la tesis se hace referencia a trabajos de autores de lengua inglesa con la intención de poder establecer algunas precisiones necesarias para poder cumplir con los objetivos que nos proponemos de ahí que se dedique un espacio para analizar la forma en que (Daly, 1990:195) y (Hempel, 1998:2) en idioma inglés ven este modelo de desarrollo. En la literatura consultada se analizan otros trabajos para precisar las fronteras entre este concepto y otros que tratan el mismo objeto.

La tesis que a continuación exponemos al lector, titulada “El desarrollo sustentable en la minería” es un análisis del concepto del desarrollo sustentable en la actividad minera, tomando como referencia la minería del níquel en Moa. Consideramos que para los estudios de Ciencia – Tecnología – Sociedad, el abordaje de la relación hombre – mundo, en la actividad minera es de vital importancia por constituir éste uno de los campos de acción de mayor impacto del hombre sobre la naturaleza y de los menos abordados por estos estudios. Como es conocido por todos, los minerales desempeñan un lugar preponderante en el desarrollo de la civilización humana, tanto que sin ellos no sería posible el vertiginoso ritmo de crecimiento actual. Por eso, a pesar de resultar la minería una actividad particularmente agresora del medio ambiente, las generaciones actuales no pueden aún prescindir de los minerales (Espí, 1999).

Éste es precisamente el caso de la minería del níquel, la cual es particularmente importante para el hombre por el carácter estratégico de este mineral que se emplea en cientos de aplicaciones en la industria moderna o en las más diversas aleaciones con otros minerales. Sus aplicaciones van desde la industria armamentista hasta la utilización con fines humanitarios en la fabricación de complejos instrumentos médicos. Moa es una de las regiones del mundo con mayores reservas probadas, de ahí la necesidad de proteger ese patrimonio para las generaciones actuales y futuras de cubanos, explotando esos yacimientos sin destruir el medio ambiente y creando un espacio favorable para llevar a la práctica actividades que faciliten un desarrollo integral del territorio.

En Moa se concentra el segundo mayor núcleo de reservas de níquel del mundo. Para la explotación de estos recursos el país ha creado una potente infraestructura sustentada por la existencia de dos fábricas de níquel y una tercera en construcción. Viven aquí cerca de 70 mil

personas la mayoría de los cuales trabajan en el sector del níquel. Existe toda una ciudad minera alrededor de estos yacimientos con necesidades culturales, de alimentación, de superación, etc. que el país protege a través de colosales planes de desarrollo social. El problema está en encontrar las formas de desarrollar una cultura que integre los intereses de una población muy heterogénea que procede de diferentes regiones del país donde se conjuguen los valores ecológicos con todos los elementos del medio ambiente para proteger los valores culturales del territorio y contribuya a crear otros a partir del logro de una cultura de la sustentabilidad en la explotación del níquel. Ésta es una idea rectora en toda esta investigación.

En la amplia literatura abordada sobre el tema no nos encontramos con estudios anteriores que permitieran establecer una referencia de cómo desarrollar una minería sustentable ni cuáles serían los indicadores para medir esa supuesta sustentabilidad. Los diferentes autores consultados quedan en las evaluaciones de riesgos (Guardado & Carmenate, 1996), en estudios de impactos de algunas actividades sobre el medio ambiente como es la generación eléctrica (Hurtado, 1999), la contaminación atmosférica (Hurtado & Fernández, 1998) o los impactos socio – culturales. Otros quedan en el campo de estudios muy especializados de la composición mineralógica de los materiales empleados en las industrias de Moa (Rojas, 1993).

Evidentemente el **problema científico** que poseemos, en correspondencia con todo lo planteado anteriormente es el siguiente: **La concepción actual de desarrollo sustentable no ofrece pautas de carácter metodológico para su ejecución en la actividad minera quedando en el plano de la generalidad teórica.**

Continuando con esta lógica de análisis el **objeto de estudio** de esta investigación es la **actividad minera.**

El **objetivo general** es el siguiente: **Analizar la concepción general del desarrollo sustentable en la actividad minera, los indicadores para medir la sustentabilidad de la misma, elaborando un concepto que sirva de base metodológica para definir los diferentes campos de acción y análisis de la minería.** Como se puede apreciar el cumplimiento de este objetivo exige de una profunda caracterización de la minería, la cual serviría al autor para demostrar con rigor las tesis que se defenderán aquí.

Los **objetivos específicos responden** a la lógica planteada anteriormente y su cumplimiento contribuirá inevitablemente al logro de los resultados esperados. Éstos se exponen a la consideración del lector a continuación:

- ❖ Analizar los antecedentes del concepto desarrollo sustentable y sus particularidades como elaboración teórica con potencialidades para identificar niveles de sustentabilidad en actividades económicas.
- ❖ Caracterizar la minería como actividad económica y los impactos que ésta origina sobre el medio ambiente que nos permiten identificarla como no sustentable en los marcos teóricos del concepto clásico de desarrollo sustentable.
- ❖ Elaborar el concepto desarrollo sustentable y sus indicadores para la actividad minera que faciliten la fundamentación de políticas sustentables en el manejo integrado de los recursos minerales.

Los **resultados esperados** se corresponden con los objetivos de la tesis y están relacionados con la elaboración de un concepto alternativo al desarrollo sustentable para la actividad minera y la fundamentación de los indicadores de la sustentabilidad de los recursos mineros.

Para la elaboración de los indicadores se consultó una amplia literatura que por su grado de dispersión y abstracción no constituyó el referente más idóneo para poder diferenciar los indicadores de acuerdo a las diferentes dimensiones que para alcanzar la sustentabilidad se analizan en la Tesis. Unos autores proponen indicadores generales que incluyan la economía, la equidad y la ecología (Narro, 2001), otros consideran que los indicadores a tener en cuenta serían los productivos, los sociales y los naturales (Saldívar, 1999) lo cual coincide con el punto de vista anterior. Encontramos autores que proponen criterios (indicadores) en el sentido de lograr una tecnología apropiada donde ésta desempeña un lugar importante pero no suficiente (Ramírez, 1992) y otros para los cuales los indicadores deben proporcionar una información útil para la toma de decisiones ambientales (Cendero, 1999).

Los indicadores que proponemos parten de estos análisis de los que se utilizan para determinar la sustentabilidad en algunas zonas del planeta como es el caso de la ciudad de México y de los Estados Unidos, dos naciones con niveles muy diferentes de desarrollo pero con problemas ambientales comunes en muchas esferas de la actividad ambiental. Lógicamente estos materiales sirven de referencia a pesar de las abismales diferencias que

existen entre los países mencionados y las demás regiones de América con grandes reservas mineras y niveles increíbles de marginalización en sus comunidades.

La **novedad científica** de la Tesis que proponemos consiste en **la elaboración de los indicadores** para el logro de la sustentabilidad de los recursos mineros y **la propuesta de un nuevo concepto de desarrollo para dicha actividad**. Estos elementos constituyen importantes referentes metodológicos para evaluar la actividad minera en cualquier parte del planeta y muy especialmente en los países en vía de desarrollo. Realmente hasta el momento no hemos encontrado en toda la literatura consultada materiales con dichas metodologías instrumentales.

El trabajo de elaboración de la Tesis de Maestría contó con un amplio apoyo bibliográfico sustentado por 149 referencias las cuales presentan las siguientes características.

- ❖ Artículos de INTERNET, 50 que representan el 33.55% de la bibliografía total consultada. El autor pudo constatar la existencia en la red mundial la existencia de más de 14 000 referencias sobre minería. Resultó muy importante tener la oportunidad de analizar a través de la lectura de los artículos mencionados la situación de los proyectos mineros de Canadá, Rusia, Nueva Caledonia, Australia y algunos países africanos. También es de gran utilidad el estudio de materiales sobre el comportamiento de la minería en el ámbito mundial y los conflictos clasistas en torno a ella en la historia de la humanidad. Estos materiales pueden encontrarlos el lector referenciados en la bibliografía.
- ❖ Materiales publicados en los últimos 5 años (incluyendo el 2001) 76, lo cual representa el 51.02 % del total.
- ❖ Se consultaron materiales en idioma Inglés.
- ❖ Se consultaron varias tesis doctorales realizadas en el municipio Moa.

Se pudo consultar una amplia literatura relacionada con los diferentes puntos de vista manejados en la literatura mundial sobre el desarrollo sustentable, sin embargo, no fue posible tener acceso a materiales clásicos en el análisis de esta temática, entre éstos los generados por la Comisión Brundtland. Las conclusiones realizadas acerca de los documentos de dicha Comisión se realizan a partir de referencias de autores citados en el trabajo.

Atendiendo a los objetivos propuestos, al problema científico y al objeto de estudio la Tesis quedó estructurada en tres capítulos los cuales tributan al cumplimiento de los mismos.

En el **Capítulo I** se podrá encontrar un análisis de la evolución del concepto desarrollo hasta llegar a la sustentabilidad analizando diferentes puntos de vista sobre el desarrollo a partir de los cuales el autor sustenta la tesis que el desarrollo sustentable no es alcanzable en los países en vía de desarrollo. Para llegar a estas afirmaciones se valoran las limitaciones de este concepto. El objetivo general de esta primera parte es sentar las bases teóricas para defender la tesis acerca de la necesidad de poseer un concepto de desarrollo específico para la minería teniendo como premisa que la sustentabilidad es imposible medirla, si ésto fuera posible, en actividades socio – económicas aisladas.

El Capítulo II está dirigido al objeto de estudio dedicando la mayor parte del mismo a caracterizar la actividad minera y la minería del níquel en particular. Aquí se presta especial atención a los elementos del clima y del medio geográfico de Moa, partiendo de la premisa general que los impactos de la minería sobre el medio ambiente poseen una estrecha relación con las particularidades naturales de las zonas donde se insertan los complejos mineros. Se caracterizan los procesos minero – metalúrgicos de la producción de níquel en Moa para que el lector pueda comprender por qué consideramos que esta minería es no sustentable y en qué se basan las formulaciones teóricas que aquí se esbozan.

En el **Capítulo III** por su parte se analizan los elementos generales que en el concepto desarrollo sustentable presentan importancia metodológica para medir las actividades económicas. Se dedica un epígrafe para analizar los criterios de sustentabilidad de los recursos mineros y otro para los criterios generales de la sustentabilidad. Esta elaboración teórica que parte de una intensa búsqueda bibliográfica se apoya en las consultas realizadas con el personal de más alta calificación que en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM) se dedican a las especialidades minero metalúrgicas. El capítulo finaliza con la proposición de un nuevo concepto de desarrollo para la minería.

La investigación está construida a partir del paradigma cualitativo a saber por las siguientes características presentes en todo el proceso investigativo:

- Se ve a la minería de forma holística, los actores sociales que participan, la mina, su entorno inmediato y mediato son considerados como un todo.
- Parte de un prolongado contacto con las diferentes actividades de la minería del níquel en Moa.
- Las informaciones recogidas parten de los actores implicados en actividades de la minería y la metalurgia del níquel.

- Los presupuestos teóricos generales novedosos surgen de las interpretaciones que el autor realiza a partir de las informaciones recibidas e interpretar los materiales a los cuales tuvo acceso.
- La mayoría de los análisis que se realizan son teóricos, sin el apoyo de modelos estandarizados de investigación, a través de la vía inductiva.

Las técnicas empleadas son las que se utilizan en el paradigma cualitativo de investigación:

- ❖ Observación participante.
- ❖ Entrevista a profundidad.
- ❖ Análisis de documentos.
- ❖ Entrevista en grupo.

Estas técnicas permitieron un continuo acercamiento del investigador al objeto de estudio y dejaron el escenario listo para continuar las investigaciones hacia planos superiores. Las principales dificultades encontradas en el proceso de investigación se relacionan con las presentadas en la comunicación con los informantes, los cuales en un inicio se mostraban desconfiados y demoraron en cooperar. Otra dificultad presentada se relaciona con la falta de estudios anteriores en esta área, especialmente todo lo relacionado con los impactos de la actividad minera sobre los recursos marinos. Una dificultad presente en todo el proceso de investigación se relacionó con la necesidad de un equipo de investigación multidisciplinario pues muchas de las informaciones que aparecían durante la fase del trabajo de campo, concretamente durante la recogida productiva de datos exigían de especialistas de varias ramas del saber humano lo cual demuestra el carácter complejo de todos los fenómenos vinculados al medio ambiente cuando se trata de la intervención del hombre en el mismo.

Esta situación estaba presente desde la fase preparatoria de la investigación, pues tanto en la etapa reflexiva como en el diseño quedaba claro que el objeto de estudio planteado exigía de la presencia de especialistas de la minería, la metalurgia y la geología, los cuales, se relacionan directamente con el proceso de explotación de una mina, el procesamiento metalúrgico, el tratamiento de los residuales y la ordenación territorial así como la determinación de los riesgos y su evaluación. En este sentido una tarea permanente de esta investigación constituía la utilización de las leyes de estas ciencias y sus proposiciones metodológicas para nuestras construcciones teóricas. El habernos acercado al objeto de estudio con esta perspectiva constituye una novedad de la tesis que estamos proponiendo.

Esta dificultad fue resuelta utilizando en la investigación el método de la triangulación, concretamente la triangulación teórica y la triangulación disciplinar. Ésto trajo como resultado que se pudieran llegar a conclusiones de gran valor para la investigación, pues como se conoce los estudios ambientales son muy complejos y no pueden ser abordados desde una sola ciencia, requieren del empleo de métodos que faciliten la interdisciplinariedad y la multidisciplinariedad. En la investigación cualitativa ésto es de gran importancia porque nos permite la interpretación de los fenómenos desde una óptica más amplia sin encerrar la realidad en esquemas preconcebidos en los reducidos objetos de estudios de las ciencias particulares.

Otras dificultades se presentaron con el acceso a la información en el trabajo de campo, en primer lugar por las restricciones legales que existen para acceder a terrenos minados y en segundo lugar por carecer de los medios técnicos necesarios para acceder al campo y la falta de los instrumentos de recogida de información. Nos referimos a la falta de medios de transporte y del equipamiento técnico para la recogida productiva de datos al no existir una infraestructura adecuada que facilite el trabajo de un investigador cualitativo.

CAPÍTULO I: POTENCIALIDADES DEL CONCEPTO DESARROLLO SUSTENTABLE EN LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

1.1- Surgimiento de la definición del desarrollo sustentable.

La preocupación por los estilos de desarrollo y su influencia sobre el hábitat de las diferentes especies y sobre el propio hombre comenzó a formar parte de las preocupaciones de los científicos y de sectores de la opinión pública mundial a finales de los años cincuenta del siglo XX. Para entonces aparece un gran número de artículos especializados en la prensa y en revistas científicas que pretenden llamar la atención sobre el problema.

Entre las primeras reflexiones sobre estos temas, concretamente el de los vínculos del crecimiento global y la escasez de recursos naturales, está el informe **“Límites al crecimiento”** publicado por el **“Club de Roma”** en 1972. El informe se concentró en cinco factores que limitaban el crecimiento en el planeta: la población, la producción agrícola, los recursos naturales, la producción industrial y la contaminación.

Un momento importante en la evolución hacia el término desarrollo sustentable lo ocupa el libro **“Una sola tierra”** de Bárbara Ward y Rene Dubos donde se analizan los vínculos entre ambiente y desarrollo, publicado en 1972. En este libro se describen los intereses que llevaron a la **“Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente”** de Estocolmo del año 1972. Es uno de los primeros libros donde se insiste que las necesidades humanas no se pueden satisfacer en detrimento del capital natural y de los intereses de las generaciones futuras.

En 1972 en Estocolmo (Suecia) se celebró la primera gran Conferencia mundial sobre problemas ambientales que realizó un llamado a la reflexión sobre cuestiones vinculadas a la contaminación derivada de la industrialización, el crecimiento poblacional incontrolado, al surgimiento de periferias (villas miserias) en las ya superpobladas ciudades del mundo (megalópolis), a la abertura de la capa de ozono y otros temas directamente vinculados con el primer mundo. Esta Conferencia como era de esperar, no se detuvo en las verdaderas causas de la contaminación ambiental y en sus vías de solución. Sin embargo, llamó la atención del mundo sobre la necesidad de revertir los costos ecológicos de los patrones de producción y consumo existentes hasta ese momento en el ámbito internacional.

Como consecuencia de la Conferencia de Estocolmo se decidió celebrar en 1976 la **“Conferencia de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos”**. Esta contribuyó a

llamar la atención sobre el lugar que debe ocupar la satisfacción de las necesidades básicas del desarrollo, las referidas al saneamiento, a la atención primaria de salud, a la cobertura de agua potable y otras necesidades de este tipo. La Conferencia tampoco ofreció soluciones para los acuciantes problemas que enfrentaba la humanidad, principalmente los mal llamados países en vía de desarrollo, pero si quedaba claro que las políticas para enfrentar los retos de un nuevo modelo socio – económico tenían que enfrentar una redistribución internacional de las riquezas con el objetivo de alcanzar la equidad al interior de las naciones y en el mundo.

Es en 1987 cuando por primera vez, la llamada **“Comisión Brundtland”** - que debe su nombre a la Primer Ministro de Noruega, la señora Gro Harlem Brundtland que encabezó la **“Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo”** - en el informe **“Nuestro Futuro Común”** utiliza el concepto desarrollo duradero, también reconocido como desarrollo sostenible o viable. Aunque este término con anterioridad había sido utilizado en la **“Estrategia Mundial para la Conservación”** editada por varias organizaciones entre las que se encontraban la “Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza” (UICN), el “Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo” (PNUMA) y el “Fondo Mundial para la Vida Silvestre” (WWF-World Fund). Si en Estocolmo (1972) se establecen los cimientos para la elaboración de políticas de crecimiento económico sustentable, en el informe “Nuestro Futuro Común” dejaba bien claro que el desarrollo solamente perduraría si las actuales generaciones desarrollaban patrones de producción y consumo que no comprometieran la vida de las generaciones venideras. Sin embargo, no decía cómo hacerlo.

Pero en **Río de Janeiro**, en Junio de 1992, en la **“Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo”** es cuando se plantea el imperativo inmediato del desarrollo sustentable si se quiere conservar el planeta en condiciones biohabitables para las futuras generaciones. Éste se convierte en el primer mandato de la “Agenda 21” y que a partir de este año llega incluso ha ser incluido en las cartas magnas de varios países del mundo, entre ellos en la cubana que lo hace en las modificaciones introducidas en 1992, en su artículo 27.

La llamada **“Cumbre de la Tierra”** es el momento de la sacralización del concepto desarrollo sustentable, de ahora en adelante ésta será una palabra sagrada en el discurso mundial, especialmente cuando es utilizado por los líderes de instituciones del más diverso tipo, fundamentalmente de aquellos que diseñan políticas de desarrollo para terceros países y los que dominan las finanzas del planeta. Lo más importante de esta Cumbre es el llamado serio a tener en cuenta la relación entre el medio ambiente y el desarrollo, además de centrar la atención en la responsabilidad del primer mundo en el mantenimiento de la biodiversidad de la Tierra. Precisamente en esta esfera de la naturaleza se expresan como en ninguna otra la

distribución desigual de los recursos tecnológicos del planeta materializado en el saqueo permanente de la biodiversidad de los países del tercer mundo.

En el plano científico este concepto pasa rápidamente a la gran mayoría de las ciencias, en particular a las sociales y se convierte en un tema indispensable en los eventos que se celebren en cualquier parte relacionado con el medio ambiente y una palabra clave en el lenguaje político universal. Por esto, necesita ser precisado, determinar sus niveles, dimensiones y variables para poderlo aplicar a los diferentes escenarios siendo capaz de reflejar sus singularidades y de cumplir con el encargo social impuesto por la práctica en el empeño de diseñar modelos de desarrollo donde se conjuguen los elementos de la naturaleza y los sociales, como se ha expresado con anterioridad, pero para ello primero se deben resolver los problemas conceptuales, teóricos y prácticos presentes en el tratamiento del desarrollo sustentable teniendo como punto de partida que éste es un discurso surgido en el Norte industrializado en un contexto diferente al de los países del tercer mundo que enfrentan el desarrollo desde una perspectiva económica y cultural diferente.

1.2 - La definición de desarrollo sustentable: limitaciones y aciertos.

Como ya se ha dicho en el Informe de la Comisión Brundtland se plantea la “urgente necesidad de promover un desarrollo de tipo sustentable, entendido éste, no como un estado de estática armonía, sino como todo un proceso de cambio en el cual, la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y los cambios institucionales deberían tomar en cuenta, no sólo las necesidades actuales, presentes, sino también las venideras, aquellas que competirían a las generaciones futuras” (Gileni, 1994:132). Dicho de esta forma era algo realmente esperanzador, sin embargo, no se tenían en cuenta varios momentos tales como: cuantificar los daños (cuantitativa y cualitativamente) que el hombre le ocasiona a la naturaleza sin indicar cómo conocer, ante la magnitud del daño actual, cuáles serían las necesidades de las generaciones venideras. Y lo más importante no se indicaba cuál sería el modelo de sociedad en que primaría, por encima del consumo y la ganancia el interés de preservar condiciones a las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades.

En el presente es muy difícil poderlas determinar, en primer lugar; por su carácter creciente y la imposibilidad de poder desde aquí precisar el tipo de tecnología y de recursos que se necesitarían para satisfacerlas y en segundo lugar; hoy con exactitud el hombre no conoce la magnitud de los valores que ha extraído a la naturaleza en recursos no renovables y las

ganancias que se dejan de percibir como consecuencia de la lenta reposición de los mismos y cómo esta situación afectará a las generaciones venideras.

En este sentido es preciso señalar que el logro de la sustentabilidad desborda los límites de una comunidad, de una empresa, una región o un país determinado para convertirse en un problema global que demanda la atención especializada de toda la humanidad y especialmente de los organismos internacionales encargados de trazar políticas de desarrollo. Lo anterior no significa que este concepto no sea útil para conocer cuándo una determinada actividad económica es sustentable, por el contrario su importancia consiste, entre otras cuestiones, en sentar pautas para poder edificar modelos de desarrollo sustentables, pero sin perder la perspectiva que en un mundo cada día más interrelacionado es imposible lograr un salto como el de la sustentabilidad sin afectar de algún modo las comunidades vecinas.

En la actualidad en la literatura especializada podemos encontrar cientos de definiciones sobre este problema y búsquedas incesantes de alternativas racionales para lograr la sustentabilidad. La gran mayoría coincide en plantear la necesidad de lograr la armonía entre los conceptos crecimiento económico y desarrollo humano. A continuación nos referiremos a algunos de estos enfoques con el propósito de valorar los elementos positivos de las mismas para un análisis de la sustentabilidad en el subdesarrollo.

En la revista **Ciencia y Sociedad No 1 de 1994 del Instituto Tecnológico de Santo Domingo** nos encontramos con una interesante propuesta que llama al logro del desarrollo sostenible a través de un análisis de variables, consideradas como: población, necesidades y consumo, recursos, tecnología, producción, productividad, capacidad de carga (relacionada con la dotación de recursos de un ecosistema), distribución y acceso a los recursos, rentabilidad, las instituciones, las variables sociales (calidad de vida, el nivel de ingreso, la aceptabilidad social de los sistemas, su persistencia en el tiempo), el tiempo. Como se puede apreciar simplificando las variables se puede resumir este enfoque en las variables **producción, necesidades, equidad y recursos naturales**. Lógicamente no se indica la forma de lograr la materialización de estas variables.

Esta propuesta de variable es planteada de una forma más simplificada por autores del Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” de Cuba que las proponen como los desafíos de los gobiernos nacionales en el diseño de políticas de gestión encaminadas al logro de los objetivos que “en teoría llevaría al desarrollo sustentable: **el crecimiento**

económico, la equidad, la sustentabilidad ambiental” (Valdés & Chassagnes, 1997:35). Como se aprecia, existen elementos de coincidencia con el enfoque anterior.

En la revista de la **CEPAL, No. 47 de 1992** se plantea el problema del desarrollo sustentable a través del análisis de dimensiones, en este caso la **dimensión económica** que incluye: estabilización, ajuste estructural y crecimiento, solvencia, **dimensión nivel de vida**, **dimensión política** y **dimensión medio ambiente**. Llama la atención en esta propuesta el hecho de incluirse en la misma la dimensión nivel de vida desde una perspectiva diferente, la del logro de la calidad de vida no basándose en una gran cantidad de bienes materiales disponibles, sino a la capacidad de llevar una vida digna logrando satisfacción espiritual con lo que se posee. Pero lo más importante lo constituye el hecho de llamar la atención sobre el problema del crecimiento económico y la estabilización. Ésto apunta a la búsqueda de un modelo de desarrollo donde no se puede detener el crecimiento económico de los más necesitados, lo cual excluye la posibilidad expresada en algunas reuniones internacionales de penalizar a los países en vía de desarrollo por algunas actividades económicas agresoras del medio ambiente. Un elemento novedoso lo es, sin lugar a dudas, el considerarse la política como una variable independiente. Más adelante, nos detendremos en este análisis cuando valoremos otros enfoques.

En el Informe Meadows presentado en el libro **“Más allá de los límites del crecimiento” de 1993** aparece una forma muy simple de definir la sustentabilidad como “... la sociedad... que puede persistir a través de generaciones, que es capaz de mirar hacia el futuro con la suficiente flexibilidad y sabiduría como para no minar su sistema físico o social de apoyo” (Meadows, 1993:248). Evidentemente, aquí están presentes las categorías básicas del desarrollo sustentable en su tratamiento más conocido: el problema de la justicia intergeneracional, el mantenimiento de la capacidad física de los ecosistemas y la cuestión social que en un análisis más riguroso conduce al elemento político. Su limitación fundamental consiste en que no indica que la flexibilidad y sabiduría necesarias para que las sociedades actuales no minen sus sistemas sociales y físicos de apoyo se encuentran mediados por el tipo de propiedad sobre los medios de producción que gobierna sobre todos esos elementos.

Lo más significativo del tratamiento que estamos valorando lo constituye el hecho de estar muy clara la existencia de un límite para la dotación de recursos naturales disponibles para su explotación y que una sociedad sustentable no tiene que ser cultural o técnicamente primitiva. Como podrá apreciar el lector esta visión esta mediatizada por los intereses del primer mundo con soluciones al alcance, en los marcos del orden económico internacional

actual, de países con un alto nivel de industrialización porque las vías para lograr el desarrollo sustentable son las propuestas por los especialistas del Banco Mundial. Las soluciones están centradas en la aparición de nuevos sustitutos para los recursos no renovables, el empleo de tecnologías ecológicas para lo cual se exige de la reconversión industrial y otras que solamente están al alcance de las naciones más industrializadas del planeta.

Un interesante análisis del problema del desarrollo sustentable lo encontramos en el artículo de Roberto P. Guimaraes, especialista de la CEPAL, aparecido en la revista **EURE de Santiago de Chile**, “**El desarrollo sustentable:) propuesta alternativa o retórica neoliberal ?**, en 1994. Aquí se distingue una búsqueda de sustentabilidad desde el subdesarrollo, la cual, solo será posible si se logra lo que el llama “componentes” o “contenidos sectoriales”. Para R. Guimaraes la sustentabilidad posee los siguientes contenidos sectoriales: “sustentabilidad ecológica”, “sustentabilidad ambiental”, “sustentabilidad social” y “sustentabilidad política”.

“La **sustentabilidad ecológica** del desarrollo refiérese a la base física del proceso de crecimiento y objetiva la mantención de stock de recursos naturales incorporados a las actividades productivas...Para el caso de los recursos **naturales renovables**, la tasa de utilización debiera ser equivalente a la **tasa de recomposición del recurso**. Para los **recursos naturales no renovables**, la tasa de utilización debe equivaler a la tasa de sustitución del recurso en el proceso productivo por el período de tiempo previsto para su agotamiento (medido por las reservas naturales y la tasa de utilización). Tomándose en cuenta que su propio carácter de “no-renovable” impide un uso indefinidamente sustentable, hay que limitar su ritmo de utilización al ritmo de desarrollo o de descubrimiento de nuevos sustitutos. Ésto requiere, entre otros aspectos, que las inversiones realizadas para la explotación de recursos naturales no renovables deben ser proporcionales a las inversiones asignadas para la búsqueda de sustitutos” (Guimaraes, 1994:51).

Como se puede apreciar, a pesar de su interesante elaboración teórica, ésta es una propuesta primer mundista, pues los países en vías de desarrollo no pueden detener la explotación de los recursos que poseen, aún cuando deterioren en mayor o menor grado el medio ambiente. En estas naciones el imperativo es la supervivencia y la pobreza no es sólo una causa del subdesarrollo, sino una condición del mismo, si de explotación de los recursos naturales se trata. El hombre marginal, en condiciones de extrema pobreza, se enajena del medio ambiente, no presta atención a los valores ambientales, si su cuestión es mantenerse

a sí mismo como individualidad y como representante de grupos de mayor o menor membresía, como la familia, raza u otras asociaciones.

Los países en vía de desarrollo no pueden esperar por nuevos sustitutos para explotar a plena capacidad los recursos no-renovables o los renovables más allá de los niveles de explotación recomendables, si en la mayoría de las ocasiones, de ellos depende la supervivencia. Este enfoque no objetiva las verdaderas causas del agotamiento de los recursos naturales, en la forma irracional de apropiación de los mismos, con un carácter consumista, presidido por intereses marcadamente grupales. Por otra parte en el nuevo orden económico internacional estos países dependen básicamente de la exportación de materias primas o productos primarios de fuerte impacto ambiental en el orden negativo.

Refiriéndose a la sustentabilidad ambiental continúa el autor que estamos analizando “**la sustentabilidad ambiental** dice relación con la mantención de la capacidad de sustento de los ecosistemas, es decir, la capacidad de la naturaleza para absorber y recomponerse de las agresiones antrópicas. Haciendo uso del mismo razonamiento anterior, el de ilustrar formas de operalización del concepto, dos criterios aparecen como obvios. En primer lugar, las **tasas de emisión de desechos** como resultado de la actividad económica deben equivaler a las **tasas de regeneración**, las cuales son determinadas por la capacidad de recuperación del ecosistema ... Un segundo criterio de sustentabilidad ambiental, sería la reconversión industrial con énfasis en la reducción de la entropía, es decir, privilegiando la conservación de la energía y las fuentes renovables. Lo anterior significa que tanto las “**tasas de recomposición**” (para los recursos naturales) como la “**tasa de regeneración**” (para los ecosistemas) deben ser tratadas como “capital natural”. La incapacidad de manutención de estas tasas debe ser tratada, por tanto, como consumo de capital, o sea, no sustentable” (Guimaraes, 1994:51).

La sustentabilidad ambiental de la que habla el especialista de la CEPAL, es además muy difícil de precisar porque la naturaleza posee una real capacidad de defenderse de las agresiones antrópicas, creando incluso, mecanismos de defensa. Y en este mismo sentido se puede afirmar que muchas especies desaparecen cuando surgen condiciones anormales en su hábitat, pero otras se adaptan y se convierten en una amenaza para las que logran sobrevivir, destruyendo poblaciones totales de una determinada especie. ¿Cómo lograr en estos caso cuantificar los daños ambientales si los mismos pueden afectar a un ecosistema por varias generaciones?.

Acerca de la reconversión industrial, como un elemento de equilibrio ambiental, no es ocioso plantear que la misma posee un marcado carácter primer mundista, los países del sur no están en condiciones de iniciarla porque la base tecnológica de ellos está en función de sus singularidades como naciones subdesarrolladas de bajo desarrollo tecnológico de importadores de tecnología y con bajos ingresos y recursos humanos escasos para acceder a tecnologías de punta, imprescindibles en determinados sectores de la producción para el logro de la sustentabilidad ambiental.

Un tercer momento considerado como básico para el logro de la sustentabilidad, es la **sustentabilidad social**, la cual, “tiene como objeto el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Para el caso específico de los países del Sur, con graves problemas de exclusión social, los criterios básicos debieran ser los de justicia distributiva, para el caso de la distribución de bienes y de servicios y de la universalización de la cobertura, para las políticas globales de educación, salud, vivienda y seguridad social” (Guimaraes, 1994:52).

Evidentemente sin sustentabilidad social no podrá existir la sustentabilidad. En muchos países la degradación del medio ambiente se encuentra en estrecha relación dialéctica con la pobreza, que es la causa de la tala indiscriminada de los bosques para usar la madera como fuente de energía, para abrir nuevos espacios para la práctica de la agricultura de subsistencia. Así, desaparecen millones de especies anualmente o dejan de estar aptas para el cultivo miles de caballerías ante la práctica de una agricultura inapropiada (intensiva y sin rotación de los cultivos en la mayoría de los casos). Éste es un caso típico de amenaza a la sustentabilidad ambiental, en sentido estrecho, ante la incapacidad de un sistema de ser socialmente sustentable.

Lo más interesante en la búsqueda de la sustentabilidad social es la vía que propone el autor: “... el diseño de políticas tributarias que promuevan la distribución de los recursos nacionales del centro hacia la periferia” (Guimaraes, 1994:53). Es altamente positivo que se promuevan impuestos y multas que estimulen la protección del medio ambiente a través de la coerción, estimulando la redistribución de los recursos nacionales. Sin embargo, las verdaderas causas de estos fenómenos están en la organización estructural de la sociedad, responsables de la distribución injusta de los recursos nacionales y del acceso desigual de los diferentes actores sociales a las riquezas nacionales, de su relación con respecto a los medios de producción y de su papel en la generación de estos bienes.

Para concluir con el análisis de los contenidos sectoriales que propone R. Guimaraes nos referiremos a la denominada **sustentabilidad política** la cual “... se encuentra estrechamente

vinculada al proceso de construcción de la ciudadanía, y busca garantizar la incorporación plena de las personas al proceso de desarrollo. Ésta se resume a nivel micro, a la democratización de la sociedad, y a nivel macro, a la democratización del estado. El primer objetivo supone el fortalecimiento de las organizaciones sociales y comunitarias, la redistribución de los recursos y de la información hacia los sectores subordinados, el incremento de la capacidad de análisis de sus organizaciones, y la capacitación para la toma de decisiones; mientras el segundo se logra a través de la apertura del aparato estatal al control ciudadano, la reactualización de los partidos políticos y de los procesos electorales, y por la incorporación del concepto de responsabilidad en la actividad pública” (Guimaraes, 1994:53).

Como se aprecia la sustentabilidad política solamente se puede lograr si se realiza una profunda transformación estructural de la sociedad y ésto no se puede alcanzar donde la distribución de las riquezas se realice de forma tan desigual.

La democratización necesaria de la sociedad para abrir el aparato estatal es, en las condiciones del subdesarrollo de los países del tercer mundo, imposible en estos momentos si no se redistribuyen los recursos, lo cual precisamente requiere de un reordenamiento social. La elevación de la capacidad de las organizaciones comunitarias para decidir se lograría únicamente si se inicia un proceso de superación de los recursos humanos, que reclama de una política nueva en el diseño de estrategias educacionales que no se concretaría sin una amplia base social.

En el tratamiento de la “**Comisión del Sur**” nos encontramos con un enfoque más totalizador del desarrollo, más cercano a las posiciones del tercer mundo donde se integran valores materiales y espirituales. Este enfoque ve el desarrollo como “... un proceso que permite a los seres humanos utilizar su potencial, adquirir confianza en sí mismos y llevar una vida de dignidad y realización. Es un proceso que libra a la gente del temor a las carencias y a la explotación. Es una evolución que trae consigo la desaparición de la opresión política, económica y social” (Comisión Sur, 1991:20). En este trabajo no se le llama a este modelo desarrollo sustentable, pero evidentemente, sus fundamentos teóricos, coinciden con los atribuidos a este modelo.

Este tratamiento tiene varios puntos de contacto con los anteriores, pero se hace particular énfasis en la desaparición de la opresión económica, política y social y en el logro de una confianza del individuo en sí mismo, lo cual, lógicamente se hace extensivo hacia las comunidades de las cuales es miembro, pasando por las diferentes formas de organización

social que las mismas poseen. Es además un estado psicológico del individuo que lo mantiene en constante estabilidad emocional con el medio que le rodea y no precisamente basado en la abundancia de recursos materiales. Como se puede apreciar este desarrollo solamente se podrá lograr sobre la base de un crecimiento económico en armonía con la naturaleza, que no afecte el patrimonio de la sociedad que le permita a los miembros llevar una vida digna dentro de los sistemas culturales donde se desarrollan.

El punto de vista que propone la “**Comisión Sur**” lleva implícito la superación que en lo individual presentan las limitaciones del concepto desarrollo sustentable. Es decir, se trata de que todas las perspectivas que se proponen se limitan al análisis de la cuestión de los recursos naturales y de la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones, tratando al hombre en abstracto. No se tienen en cuenta las limitaciones psicológicas que se derivan de la asimilación de un nuevo modelo de vida por parte de los individuos como portadores individuales de valores sociales.

Para lograr el desarrollo sustentable en lo general el individuo necesita superar limitaciones psico – sociales entre las cuales las más importantes se relacionan con el sujeto, con su capacidad de reflejar el mundo individual. Estas limitaciones, en primer lugar, se refieren a la capacidad de creer en sí mismo, de superar las barreras que el medio le impone y principalmente readaptarse a los cambios, para lo cual debe poseer estabilidad emocional y valores individuales bien definidos.

Otra cualidad del individuo que se debe desarrollar es la capacidad de diferenciar los hechos de la ficción, o sea, ver los acontecimientos de forma objetiva, asignándoles a los objetos materiales su valor real, sin sobredimensionar aquellos recursos que no son de primera necesidad. En este proceso algo importante es no desconocer la trayectoria histórica del sujeto, sus hábitos de consumo y la relación de estos con los valores comunitarios, sin crearse falsas expectativas sobre la posibilidad de alcanzar todos los objetivos que las sociedades basadas en el consumo promueven. No se puede propagar la cultura de la búsqueda de la satisfacción de las necesidades individuales desconociendo el lugar que el hombre desempeña en un modo de producción concreto. Con otras palabras, es necesario adecuar las necesidades al poder adquisitivo real, de lo contrario se crearían amenazas para los sistemas sociales y naturales.

Una limitación que en el orden psico – social enfrentan los individuos para asumir el modelo desarrollo sustentable es la incapacidad de apreciar en toda su dimensión los valores intangibles de la cultura, especialmente aquellos relacionados con la creación de nuevas

formas de vida que cambien los patrones de conducta tradicionales. Esta limitación se relaciona con el tradicional rechazo del hombre a lo nuevo, en tanto este signifique un cambio de los paradigmas tradicionales. Esta situación se ve acentuada en la época actual con las nuevas tecnologías de la información que promueven hábitos de consumo destructores de la naturaleza.

En el orden del comportamiento individual del sujeto el desarrollo del individualismo y la creencia de que el dinero resuelve todos los problemas que pueda presentar el ser humano crea, una conducta egocéntrica, que promueve el desarrollo de una personalidad para lo cual el fin último de su existencia es satisfacer a cualquier precio sus necesidades materiales. Esta conducta promueve una cultura de rechazo a los valores intangibles que existen en la sociedad y que el desarrollo sustentable posee como presupuesto. Este aspecto es vital en tanto para lograr la sustentabilidad se precisan promover la solidaridad y la cooperación entre los seres humanos como base de la formación de una conducta de respeto a los valores tangibles e intangibles de la naturaleza.

Lo más importante de esta visión que está proponiendo la “Comisión Sur”, es el hecho de que refuerza la formación de una personalidad humana auténtica basada en la creación de valores que van más allá de lo individual, sin perder la individualidad. Solamente una personalidad con estabilidad psicosocial y con sólidos mecanismos emocionales creados podrá enfrentar los cambios que se operan en la sociedad, como consecuencia de la asimilación de los nuevos patrones socio – culturales que un nuevo modelo socio – económico diferente propone.

De interés para este trabajo lo es, sin dudas, la definición que sobre desarrollo sostenible propone la FAO, la cual dice textualmente: “ El desarrollo sostenible es el manejo y la conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de tal manera que asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Este “desarrollo sostenible” (en los sectores agrícolas, forestal y pesquero) conserva la tierra, el agua y los recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente y es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable” (Milian, 1996:53).

Lo más interesante en esta definición es que analiza la variable tecnológica como clave para el manejo y conservación de los recursos naturales. Si no existe una nueva orientación hacia el cambio tecnológico, en el sentido del empleo de tecnologías apropiadas, no se podrá aspirar al logro de un desarrollo sustentable. Ésto es vital para este trabajo, donde vamos a

considerar como **tecnologías apropiadas** a las que armonicen con la naturaleza, respeten la diversidad biológica y la cultural. Lógicamente no tienen que resultar necesariamente las llamadas tecnologías de punta, sino precisamente un tipo de tecnología que se integre con el entorno en su sentido más amplio

Otra visión sobre el problema que toma como base la definición clásica ofrecida en el Informe “Nuestro Futuro Común” de la “Comisión Brundtland” la ofrece **Luis Herrero en su libro “Medio ambiente y desarrollo alternativo”**. “Por desarrollo sostenible... - dice el autor - se entiende aquel que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades. Esta idea encierra dos conceptos fundamentales: a) el de necesidades, en particular las esenciales de los pobres, a los que se debía otorgar prioridad preponderante, y b) la idea de las limitaciones que imponen los recursos del medio ambiente, el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas” (Herrero, 1989:37-38). Aquí están presentes elementos analizados en definiciones anteriores, sin embargo, llama la atención el vínculo que el autor establece entre las necesidades de los sectores más desfavorecidos en los diferentes países y la relación recursos naturales - tecnología.

Por su parte, **The Hague Report** ofrece una definición que si bien tiene puntos de contactos con todas las anteriores aparecidas a partir del “Informe Nuestro Futuro Común”, en esta nos encontramos con elementos novedosos. “ El desarrollo sostenible - dice - es un proceso en el cual las políticas económicas, fiscales, comerciales, energéticas, agrícolas, industriales y otras, han sido diseñadas para generar un desarrollo que sea sostenible económica, social y ecológicamente. Esto significa que también deben efectuarse inversiones suficientes en la educación y en la salud de la presente población, de forma tal, que no se creen deudas sociales para las futuras generaciones. Y que los recursos naturales deben ser utilizados de forma tal que no creen deudas ecológicas al superexplotarse las capacidades productivas y de soporte de la tierra ...” (Pronk & Nabub, 1992:6).

La introducción en esta definición por primera vez del término **deudas sociales**, crea una perspectiva más objetiva para enfocar desde la visión de este trabajo, el problema del modelo económico que consideramos se adecua a las condiciones de la minería. En este sentido queremos afirmar que en nuestra opinión el hombre, en su actividad económica inevitablemente impactará el medio ambiente, entendido éste en su aspecto amplio; como conjunto de elementos bióticos, abióticos y socio – económicos. De lo que se trata con los

diferentes modelos económicos es encontrar la forma de hacer ese impacto lo mínimo posible, cuando se trata de los negativos.

Éste debe ser el objetivo de los modelos económicos que privilegian la protección de la naturaleza en la misma medida que las deudas sociales poseen una estrecha relación con las **deudas ecológicas**, un término que por primera vez se utiliza en este trabajo. Es opinión del autor que las generaciones actuales tendrán que continuar explotando a la naturaleza, en algunos países, incluso, por encima de los niveles tolerables por la capacidad de sumidero de las diferentes regiones. La cuestión objeto de discusión, es encontrar una gestión ambiental que no cree las deudas ecológicas que estamos ocasionando, sería ésta la única forma de crear condiciones para que las generaciones futuras encuentren las actividades alternativas que les permita satisfacer sus necesidades.

En lo adelante los conceptos deudas sociales y deudas ecológicas pasan a formar parte de los instrumentos teóricos metodológicos que se propone, en esta investigación, como forma de explicar el tipo de desarrollo que demandan las regiones mineras. Particularmente en la minería del níquel, sirven para concretar el tipo de gestión que consideramos necesaria.

Otra interesante forma de definir el desarrollo sustentable, lo podemos encontrar en el artículo de **José Guadalupe Narro Reyes de la UAAAN** aparecido en INTERNET, donde se considera que “El desarrollo sustentable se puede resumir como las condiciones necesarias para el desarrollo en sincronía con el stock de capital natural, más estrictamente, con los requerimientos para los cambios no negativos en el stock de recursos naturales tales como el suelo y su calidad; el agua superficial y la subterránea, así como su calidad; la biomasa de la tierra y el agua, y la capacidad de desgaste o asimilación de los factores ambientales” (Narro, 2001:3). Éste es un punto de vista importante porque ofrece elementos concretos que pueden servir de base para la elaboración de indicadores de sustentabilidad en la misma medida que se precisan los requerimientos que en la práctica conducirán al logro del desarrollo sustentable.

José Mateo Rodríguez y Carmen Suárez Gómez, dos autores cubanos definen este modelo de desarrollo utilizando el término “sostenible”, sin establecerse precisiones entre “sustentable” y “sostenible”. Para ellos, “por sostenibilidad se entiende la durabilidad y la persistencia de un sistema, la capacidad de reproducir material y simbólicamente un sistema como resultado de las interacciones estructurales, funcionales, dinámicas y evolutivas. La sostenibilidad ambiental sería así el balance entre varios niveles o tipos de sostenibilidad: la geocológica, la social, la económica. Es evidente que la incorporación de la sostenibilidad

ambiental al proceso de desarrollo, exige de un análisis conjunto y sistemático de todas las dimensiones del proceso” (Mateo & Suárez, 2000:732).

Esta definición ofrece una visión de la sustentabilidad como proceso, como interacción de diferentes elementos del tejido social. Es una forma abierta de entender la sustentabilidad que se corresponde con la manera en que estos autores definen el medio ambiente, como interacción de elementos ecológicos, ambientales y sociales. Es un punto de partida más integrador de la sustentabilidad la cual posee varios puntos de contacto con la ofrecida por Roberto P. Guimaraes y otros autores que asumen la concepción de la CEPAL.

Una definición que presenta una mayor similitud con las que toman como referencia la de la “Comisión Brundtland”, la ofrece el propio **José Mateo Rodríguez** en una publicación en idioma portugués, donde utiliza la palabra sustentable para definir el modelo que estamos analizando. En esta ocasión afirma: “Entendemos como desenvolvimento sustentavel a gestão e administração dos recursos e serviços ambientais e a orientação das mudanças tecnológicas e institucionais, no sentido de assegurar e alcançar a contínua satisfação das necessidades humanas para as gerações presentes e futuras, dentro dos limites da capacidade de sustentação dos sistemas ambientais.

O desenvolvimento sustentavel é aquele que:

- utiliza os recursos e serviços ambientais abaixo de sua capacidade de renovação;
- distribui atividades no territorio de acordo com seu potencial;
- pratica atividades de tal maneira que a emissão de contaminantes seja inferior a capacidade de assimilação” (Mateo, 1997:55).

Lo más valioso de esta definición lo constituye la importancia que se le atribuye a la necesidad de promover el desarrollo sustentable acorde con el potencial del territorio, es decir, con sus capacidades. Esta interpretación es importante en la misma medida que la concentración de la población en determinados núcleos urbanos o la construcción de industrias en territorios con abundantes recursos naturales constituyen modos no sustentables de encarar el desarrollo por dos razones diferentes. La primera de ellas porque se produce una saturación casi inmediata de los sumideros y la segunda porque el afán desmedido de explotar recursos en una zona aparentemente con abundantes reservas termina por agotarlos en un tiempo menor del previsto por los expertos; en el caso de los recursos no renovables o por el contrario convierte en no renovables a recursos renovables.

Estas contradicciones se superan únicamente si se tienen en cuenta los niveles o categorías que defiende el especialista cubano de la **Universidad de la Habana**. Es decir, concebir la

sustentabilidad dentro de un sistema abierto de relaciones que se materializan en la sociedad humana a la cual se incorpora la naturaleza y que a decir de Mateo Rodríguez, se trata de las dimensiones geoecológica, económica, social, cultural, tecnológica, ambiental y espacial.

Como se ha podido apreciar este autor utiliza indistintamente los términos “sostenible” o “sustentable” para referirse al mismo proceso lo cual sugiere que se trata de asumir la traducción de “sustainable development” de acuerdo al idioma del autor o de la publicación.

Una óptica coincidente con la perspectiva del primer mundo es la de **Herman Daly**, un conocido teórico del desarrollo sustentable, defensor de las posiciones del **Banco Mundial**, quien define el modelo de la sustentabilidad de la siguiente forma: “Sustainable development is “development without growth”, where:

- (a) growth means increase in size by the addition of material through assimilation or accretion (i.e., quantitative increase).
- (b) Development means expansion or realization of potentialities; bringing gradually to a fuller, greater or better state (i.e., qualitative improvement).

In other words, sustainable development is qualitative improvement without quantitative increase beyond some scale that does not exceed carrying capacity - - i.e., the capacity of the environment to regenerate raw material inputs and absorb waste outputs” (Daly, 1990:195).

Este punto de vista, concretamente, privilegia el desarrollo entendido este como crecimiento cualitativo, sin adición de materiales, es decir, se promueve un desarrollo intensivo, más completo, sin extraer mayores cantidades de materias primas. Aquí la tendencia es hacia la desmaterialización, hacia el empleo de menos materias primas para producir servicios con la misma calidad con que se realizaban anteriormente. Como se puede observar este tipo de desarrollo solamente se podrá alcanzar a partir de un mayor empleo de la ciencia y la tecnología que facilite la concreción de fuerzas productivas cada día más eficientes.

Este tipo de modelo en otras palabras, como dice Herman Daly, es el mejoramiento cualitativo sin el aumento cuantitativo, que no exceda la capacidad de la naturaleza de generar materias primas y de absorber los desechos de la producción. Se trata de las conocidas funciones de la naturaleza de ser fuente de materias primas y sumidero de los desechos de la producción y las demás actividades humanas.

Visto desde la óptica del representante del Banco Mundial los países del tercer mundo no tienen posibilidades de acceder al desarrollo sustentable, éstos no disponen de las tecnologías necesarias para acometer modelos intensivos en la producción. Por el contrario,

la mayoría de los también llamados países periféricos, exportadores de materias primas, se apoyan en modelos productivos basados en técnicas tradicionales extensivas, con gran empleo de mano de obra barata y generadoras de desechos más allá de los llamados mínimos permisibles de absorción, establecido por las instituciones oficiales.

Al valorar esta forma de conceptualizar el desarrollo sustentable nos vemos obligados a reflexionar acerca de la polémica establecida entre los autores que utilizan el término “sostenible” y los que prefieren el “sustentable” para definir el modelo institucionalizado por la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro.

Para hacerlo partiremos del hecho que este concepto aparece por primera vez en idioma inglés y que su traducción se ha hecho de forma diferenciada por los autores e instituciones según sus idiomas de procedencia. Para comprender esta disputa primeramente trataremos de establecer el significado de este concepto en su idioma original para lo cual analizaremos el significado de los términos “**sustain**” y “**sustainability**”, es decir, soporte y sustentabilidad.

Por “sustain – se entiende – to support without collapse; to keep going; to endure without failing; to maintain integrity; to uphold the process of life and death; to preserve meaningful choices” (Hempel, 1998:2). Como se puede observar aquí se utilizan palabras claves para comprender la definición desarrollo sustentable. Se trata de mantener o sustentar sin colapsar, de mantener o conservar el movimiento o el desarrollo (aunque no se utilice la palabra “development” (desarrollo) en esa definición), perdurar sin falta o defecto, mantener la integridad, sostener los procesos de vida y muerte y preservar las oportunidades más significativas. Si nos atenemos a la traducción anterior y al significado mismo que encierran los procesos que aquí se caracterizan, se puede escoger el término sostenible, porque en sentido general se habla de mantener, de sostener.

El término “sustainability” es más flexible y se puede traducir como sustentabilidad en la misma medida que por “**sustainability**” – el autor anteriormente citado comprende – is the goal is securing life, liberty, and social well-being within the means of nature. It is about opportunity and preservation of meaningful choice – preserving for future generations as many or more opportunities as we have” (Hempel, 1998:2). Como se aprecia anteriormente se plantea que la sustentabilidad es la meta para alcanzar una vida segura, libertad y bienestar social dentro de la naturaleza. Es la oportunidad de preservar las opciones más significativas para las generaciones futuras con tanta o más oportunidades como las actuales generaciones dispusieron.

Por su parte el **desarrollo sostenido**, es aquel que perdura en el tiempo a partir de una existencia infinita de recursos naturales, que se mantiene ininterrumpidamente. Se considera a la naturaleza como una fuente inagotable de materias primas que se autorregula creando mecanismos facilitadores de generación permanente de recursos. En el caso del **desarrollo sostenible**, independientemente de los problemas relacionados con la traducción, consideramos que no es el término apropiado porque propone un tipo de desarrollo que perdure sin colapsar, pero manteniendo un nivel de recursos que permitan ingresos permanentes para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales. En nuestra opinión esconde una lógica desarrollista, producir a un determinado nivel sin menguar la capacidad de las generaciones actuales de producir para consumir, partiendo del hecho cierto de que esta producción reclama de un stock permanente de materias primas. En otras palabras, la naturaleza tiene un carácter secundario.

El término **sustentable** habla de producir creando condiciones artificiales para que los ecosistemas naturales y los sistemas sociales conserven la esencia de estos procesos, es decir, mantengan sus propiedades o características esenciales. Lo sustentable es algo que se puede defender con razones convincentes porque incluye todos los elementos que participan la interrelación del hombre con la naturaleza incluyendo, lógicamente, los culturales. No es cualquier desarrollo a ultranza, es precisamente, aquel que es capaz de conservar la esencia de las cosas, de mantenerse sin menoscabo de otros. Mantiene los sub-conceptos básicos de equidad, justicia social, sustentabilidad ambiental y ecológica.

Lo **sustentable** es un concepto mucho más flexible y transparente porque se dirige hacia la participación ciudadana y sugiere un tipo de desarrollo centrado en los programas regionales, donde la dimensión espacio temporal posee un mayor grado de objetividad. Es mayormente más respetuoso de todos los elementos del sistema, incluyendo los culturales que constituyen la condición básica de la sustentabilidad. Prioriza la integración y la cooperación en el sistema, respetando los límites de cada parte del mismo y a la vez eliminando las barreras, que en lo interno, entorpezcan el análisis en sistema.

1. 3- Consideraciones generales en el concepto desarrollo sustentable.

Evidentemente, como se ha expresado con anterioridad, el tratamiento de la problemática del desarrollo sustentable no se detiene en las verdaderas causas del deterioro ambiental y no objetiva las diferencias en el desarrollo entre los diferentes países, visto en la capacidad de uno u otro de asumir determinadas políticas de acuerdo a sus singularidades socioeconómicas. De ahí la necesidad de establecer algunas consideraciones relacionadas

con los elementos generales presentes en el concepto desarrollo sustentable y cómo éstos se convierten en paradigmas de este modelo.

Para lograr trazar políticas dirigidas al logro de la sustentabilidad, se deben tener en cuenta las dimensiones que propone en su artículo R. P. Guimaraes que para su mejor comprensión nosotros las agrupamos en dos bloques: ecoambientales y sociopolíticas. Estas dimensiones son tratadas por muchos autores como principios de la sustentabilidad, lo cual no es metodológicamente viable asumir, pues obligaría a seguir un paradigma con intereses y puntos de partida diferentes a los nuestros. Por estas causas preferimos analizar estos principios como elementos generales en el concepto desarrollo sustentable.

Entre ellos nos encontramos con un conjunto que pudiéramos llamarles **eco - ambientales**. Estos se refieren al logro del crecimiento económico sin alterar de forma irracional el equilibrio físico de la zona en particular que se analiza, en poner freno a los enormes daños ambientales que los modelos desarrollistas ocasionan a la naturaleza.

Estos elementos están los relacionados con el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas que dan sostén a la vida, como por ejemplo, la preservación de la diversidad genética, la cual constituye una condición indispensable para el logro de la sustentabilidad. Ésto garantiza que las futuras generaciones dispongan de especies vivas que les permitan satisfacer sus necesidades vitales de alimentación y de mantenimiento de una base genética. Esta base es la garantía de la perpetuidad de la vida conocida por el hombre, adaptada a sus necesidades y la posibilidad de influir sobre ella a través de la ciencia y la técnica.

En la mayoría de los especialistas existe el consenso sobre la necesidad de lograr desarrollo si se desea alcanzar la sustentabilidad. La producción de bienes materiales y de servicios constituye una condición indispensable para lograr el desarrollo de los sectores marginados de las naciones en vía de desarrollo y de los existentes en los países desarrollados. Ésta es la base para la eliminación de la pobreza, como una amenaza potencial para el medio ambiente. De ahí que el desarrollo se convierta en un principio básico de la gestión comunitaria para eliminar la pobreza y con ello lograr integrar activamente a todos los sectores sociales a la construcción de sociedades sustentables teniendo como premisa de que la marginación es un obstáculo para enfrentar las tareas que exigen las tecnologías actuales sobre los que se erigen los diferentes modelos socio – económicos.

El logro de la sustentabilidad para los recursos renovables como los no renovables se alcanzaría sobre la base del surgimiento de actividades económicas alternativas que permitirían a las generaciones futuras disponer de tecnologías y espacios donde desarrollar sus actividades socioeconómicas vitales, tomando como referencia determinados indicadores ambientales de contaminación permisibles para determinadas especies y recursos.

Estos espacios pueden ser naturales o artificiales y se alcanzarían sobre la base de la tecnología y del mantenimiento de la cultura de las comunidades implicadas en el desarrollo. En los espacios naturales no se aboga por mantener una determinada cantidad de recursos como reserva para las generaciones venideras, ver este asunto de esta forma es un absurdo. Se trata de no destruir toda posibilidad de regeneración de los recursos que sean posible o del surgimiento de otros sobre la base de los existentes, que en muchos casos no se logra como consecuencia de la despiadada utilización de uno de éstos.

Para los llamados espacios artificiales el análisis es diferente y se encuentra directamente relacionado con la tecnología y la cultura. En este caso se trata de la creación de condiciones para el mantenimiento de actividades económicas sobre la base de recursos artificiales que permitan proteger los naturales facilitando a la naturaleza el desarrollo de los ciclos naturales de regeneración. En este empeño es vital el conocimiento tradicional de las comunidades humanas asentadas en los espacios que se pretende proteger, lo cual facilita el empleo más acertado de tecnologías. El uso de tecnologías de avanzada en el manejo de los recursos naturales permite que surjan, en el proceso de producción, materias primas artificiales, base de la aparición de productos más duraderos alargando su tiempo de utilización y con ello, reduciendo su demanda por el consumidor.

La preservación de la diversidad cultural es condición indispensable para el logro del desarrollo sustentable. Un modelo económico que no respete lo cultural no será nunca respetuoso de la naturaleza, en la medida que ve al hombre separado de su medio ambiente. No comprende al individuo en su dimensión espacio - temporal. Ésta constituye otra generalidad presente en el concepto.

Los elementos **socio - políticos** del desarrollo sustentable se refieren a la capacidad real de una sociedad concreta que garantice una justicia distributiva acorde con el aporte que cada sector realice a la misma, redistribuyendo las exageradas ganancias que perciben determinados grupos sociales por servicios ambientales patrimonio de la colectividad. Dicho

en otras palabras, el crecimiento económico, para que sea sustentable, debe proporcionar desarrollo humano para las generaciones actuales y las venideras.

Este llamado desarrollo humano solamente se podrá lograr si se garantiza equidad, si todos los sectores tienen acceso a los servicios básicos, tales como salud, empleo, etc. Es imprescindible lograr que los sectores excluidos del desarrollo humano accedan al mismo, en la misma medida que mientras existan estos grupos continuarán proliferando prácticas agresoras del medio ambiente, especialmente como formas de subsistencias colectivas e individuales. Estas generalidades se hacen presentes en todos los enfoques que sobre la temática aparecen en la literatura especializada.

La sustentabilidad sociopolítica presupone la existencia de una sociedad participativa. Es necesario la búsqueda de mecanismos de participación que tengan en cuenta, en el momento de tomar una decisión relacionada con determinadas acciones ambientales, los intereses, no solamente de los grupos que llevarán a la práctica esas acciones, sino los de los implicados en las mismas.

Por otra parte, para que un sistema social alcance la sustentabilidad requiere de niveles de acceso a la cultura, solamente alcanzables con la aplicación de políticas racionales en el manejo de los recursos humanos y la distribución de las riquezas sociales. En los países subdesarrollados con altos niveles de exclusión social, es imprescindible, en primer lugar, la realización de una transformación social que facilite a través de mayores niveles de conocimientos e información la incorporación de las masas en las decisiones ambientales y les garantice, en segundo lugar, una participación efectiva en la toma de decisiones relacionadas con su medio ambiente.

Como se aprecia el concepto desarrollo sustentable, elaborado en el primer mundo, no responde a las condiciones de los países del tercer mundo. Sus presupuestos teóricos y metodológicos no se adecuan al nivel de desarrollo económico de las naciones en vía de desarrollo, a sus culturas e identidades y fundamentalmente a sus intereses. En el plano teórico general no indica las vías para evaluar las actividades económicas porque sólo ofrece apreciaciones generales, fundamentalmente políticas.

Al incluir en su formulación la categoría necesidades, el concepto se compromete debido al carácter dialéctico de las mismas y su relación con los diferentes grupos humanos envueltos en el desarrollo. Como se conoce las necesidades y los modelos económicos están condicionados por el nivel de desarrollo de las fuerzas productivas sociales de un país y por

las tradiciones culturales de los actores implicados en los procesos socio - económicos. El concepto no objetiva las relaciones dialécticas entre las necesidades y la capacidad de la naturaleza de servir como fuente de riquezas.

En el concepto no se valora al hombre concreto en un medio específico como ser social influenciado por tradiciones culturales, por una educación determinada, por costumbres y limitado por barreras socio – culturales, decisivas en el momento de analizar cuándo un sistema social está en condiciones de ser sustentable. Este hombre es un ser concreto, que individualmente es portador de una conducta social que determinan la actitud que él asume ante la naturaleza. Como miembro de una colectividad humana responde a su vez a patrones conductuales que lo identifican como parte de un grupo que actúa acorde con una ética signada por condicionantes sociales, entre las cuales existe una ética ambiental. Entenderíamos por ética ambiental, en este caso, la valoración del lugar que el hombre ocupa en la naturaleza como ser social.

Esta reflexión aporta interesantes puntos de vista cuando se presta atención al uso de las tecnologías en las diferentes actividades humanas que no tienen en cuenta el elemento cultural de los espacios donde se utilizarán, porque se diseñaron para otros contextos culturales y cuando se van a transferir no son asimiladas. En este sentido es preciso añadir que cualquier intervención en un sistema socio – cultural de elementos externos se enfrenta inmediatamente con la percepción que de ese problema posee la comunidad receptora. La satisfacción de las necesidades de la comunidad puede resultar mayor con el uso de tecnologías modernas, pero aún cuando no se interesen por los impactos que estas ocasionen, sí prestarán atención a como se inserta en la comunidad.

La **tecnología** es un elemento vital en la búsqueda de sistema sustentable, pero no se trata de cualquier tecnología, sino de aquella que tiene en cuenta el lugar del hombre en su mundo individual, la que respeta la individualidad de la comunidad y su grado de aceptación depende en buena medida de cómo estén preparados para el cambio. La asimilación del cambio comprende elementos que se escapan de los presupuestos del desarrollo sustentable y es precisamente la resistencia que hacen los hombres ante lo nuevo. Esto está mediado, en primer lugar, por elementos culturales y en segundo lugar por las estructuras políticas y socio – administrativas de la sociedad.

La satisfacción de las necesidades humanas de las generaciones actuales desborda los límites de la racionalidad que la naturaleza pueda imponer desde el punto de vista físico. El hombre, en su carrera de conquista del mundo circundante, ha creado una segunda

naturaleza que lo ha dotado de materias primas artificiales para sustituir a las naturales en los procesos productivos. Ésto le garantiza, por el momento, que no les falten los productos que él necesita para vivir, pero lo más nocivo para las actuales y futuras generaciones, es que refuerza en él su espíritu invencible ante la naturaleza y que reoriente sus patrones de conducta hacia una actitud irresponsable ante la previsión de los impactos que ocasionará con su actuar irresponsable y la necesidad de abstenerse ante los daños irreparables de sus acciones. El rechazo a prever los impactos ambientales y a limitar la actuación individual y colectiva de los diferentes actores sociales comunitarios, constituye una barrera socio – cultural, que no está presente en el concepto desarrollo sustentable, como parte de sus presupuestos.

Esta formulación teórica, lógicamente, no puede ofrecer indicaciones metodológicas para determinar las necesidades de las futuras generaciones. En los momentos actuales, ante los cambios cada día más acelerados de las condiciones ambientales del planeta y con un desarrollo vertiginoso de la ciencia y la técnica, es imposible conocer cuáles serán las necesidades de las generaciones venideras. Estas condicionantes no solo cambian la orientación de las necesidades humanas, sino las formas y medio de resolverlas. Evidentemente, ésta es una debilidad del concepto que se precisa resolver.

Es apreciable el llamado a la reflexión mundial acerca de los problemas ambientales a que nos convocan los defensores del desarrollo sustentable, sin embargo, se queda en lo político y lo académico. Para llegar a constituir un instrumento metodológico en el diseño de políticas de gestión de los recursos naturales necesita ofrecer recomendaciones basadas en la investigación de actividades concretas en sus interrelaciones esenciales. Precisamente a ésto, dedicaremos los próximos capítulos.

CAPÍTULO II : CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA ZONA MINERO DE MOA.

2.1 Caracterización ambiental del objeto de estudio.

El yacimiento de Moa y las áreas de interés para la actividad minera del níquel están situados al nordeste de la provincia de Holguín. Se localiza en la costa del océano Atlántico. Las dimensiones son grandes y abarcan una longitud aproximada de 40 km a lo largo de la costa, con una profundidad menor de 15 km en dirección sur.

El litoral a lo largo del cual se asienta el yacimiento y la ciudad de Moa, posee una biodiversidad de extraordinaria riqueza, la cual se encuentra bajo el impacto permanente de la industria del níquel. En esta zona, se produce una inter - relación entre la explotación de recursos no renovables y un sistema de recursos renovables representado por una biota de diferentes especies. Es decir, la explotación de los recursos mineros produce desechos industriales que entorpecen el normal desarrollo de las especies marinas que viven en el litoral y constituyen una fuente de trabajo y alimentación para un determinado grupo poblacional de la zona.

El yacimiento de Moa está dividido en dos partes por el río Moa, la parte Noreste y el Sureste. La parte Nordeste es más pequeña que el Sureste. Aquí se localizan aproximadamente el 20% de las reservas de níquel del yacimiento y es la mejor estudiada.

En el área del yacimiento se encuentran las estribaciones septentrionales y submeridionales orientadas. Estas cordilleras están separadas unas de otras por los valles de varios ríos, entre los cuales se destaca el río Moa, la parte meridional de la región representa en sí cordilleras, generalmente en forma de colinas claramente divididas por las corrientes de aguas. En la parte septentrional del territorio son características las divisorias de colinas y lomas con alturas no mayores de 50 a 100 metros.

La red fluvial de la región está orientada en dirección submeridional y esta representada por los ríos Moa, Yagrumaje, Punta Gorda y Cayo Guam, los cuales desembocan en el océano Atlántico. El río Moa, que corre en los límites del yacimiento, es la fuente de abastecimiento de agua a las industrias del territorio y de la población. En la parte Sur de la zona Atlántico, se encuentra ubicada la presa de Nuevo Mundo, la cual fue construida en un territorio donde se asentaba una comunidad de campesinos que se dedicaban al cultivo de la tierra y a la cría de ganado. Esta presa es de gran importancia para el desarrollo minero metalúrgico de Moa y para el cumplimiento de los ambiciosos planes sociales relacionados con esta actividad.

Estos acuíferos son de gran interés, tanto por constituir una fuente de abastecimiento de agua para actividades sociales como por el peligro permanente que para ellos representan las diferentes actividades mineras que se desarrollan en sus inmediaciones. Además, son una vía permanente de contaminación para la Bahía de Moa debido a la carga de contaminantes que de las empresas del níquel y de otros objetos económicos y sociales reciben.

En la región es perfectamente posible destacar las áreas siguientes: Parte meridional: formada por elevadas y medianas colinas con cotas absolutas entre 175 a 300 metros, a esta zona se asocian minerales de níquel explorados. La parte central: suavemente inclinada al Norte, que consiste en una pendiente meridional del valle del río Cabañas, con cotas absolutas de 150 metros y de 250 metros cerca del lecho del río. Finalmente la parte septentrional que es baja y aplanada con cotas de 25 a 100 metros, en la orilla izquierda del río Cabañas.

El clima de la región es el característico de zonas tropicales húmedas, con lluvia todo el año, influenciado por la orografía típica del territorio, sirviendo de pantalla a los alisios del Noreste las barreras montañosas del grupo Sagua - Baracoa, las cuales hacen descargar en la parte Norte copiosas lluvias. Se destacan dos períodos de lluvias que abarcan los meses de mayo - junio y octubre - enero, y dos de seca, que comprenden los meses de febrero - abril y julio - septiembre. El período de mayor ocurrencia de lluvia, es precisamente, el invernal. Las condiciones climáticas han variado mucho en los últimos años como consecuencia de la deforestación progresiva, causada por la actividad minera. Otra de las causas que ha influido en este proceso son las emisiones de gases contaminantes que evidentemente contribuyen a la pérdida de las acumulaciones nubosas sobre el territorio.

Las temperaturas poseen un valor medio anual superior a los 26 grado celsius, con temperaturas máximas de 36 grado celsius y mínimas de hasta 12 grado celsius, los cuales constituyen valores absolutos anuales. La humedad relativa puede considerarse como alta. El comportamiento de la humedad en las primeras horas de la mañana es de aproximadamente del 95% y en horas de la tarde oscila entre el 75% y el 80% (Hurtado, 1999:21).

La vegetación de la zona es la típica de las lateritas. En investigaciones realizadas se reportaron 913 endémicos de Cuba, para el distrito de los 372 viven exclusivamente en éste. En el territorio se localizan seis formaciones vegetales. La formación de Pinar, en la cual

predomina el llamado Pinus Cubensis, una especie endémica del extremo nororiental del país. La Formación de Pluvisilvas, es la segunda existente aquí. La de matorral Xemorfo Subespinoso (Charrascal). La Formación de bosques de Galería, asociadas a las laderas de los ríos y cañadas, muy asociadas a las especies que habitan estas zonas. La Formación de Vegetación de Mogotes y finalmente la de Manglares, esta última de gran riqueza en el territorio.

2. 2 Características socio - económicas del territorio.

Las primeras referencias sobre la posibilidad de existencia de minerales en Moa aparecen en el libro de viajes de Cristóbal Colón. El ojo avizor del insigne navegante destaca la presencia de minerales en las riveras del río Moa.

Es el cromo el primer mineral que se comienza a explotar industrialmente en la zona a inicios del siglo XX. Es así, como atraídos por estas fuentes de trabajo emigran hacia el territorio, centenares de personas. Los norteamericanos fueron los primeros, desde 1905, en explotar estos yacimientos. Las reservas de cromo refractario de Moa, se consideran como los mayores de su tipo en Cuba y se encuentran distribuidos en la cuenca de los ríos Cayo Guam y Yamanigüey. El mineral extraído se procesa en la planta de beneficio de Cayo Guam y por la forma en que explotan los mencionados yacimientos constituye una fuente permanente de agresión al medio ambiente, especialmente al manto freático del lugar. Esta es una zona de gran fragilidad eco – ambiental, donde existen la mayor cantidad de plantas endémicas del territorio.

Las riquezas forestales constituyeron un segundo atractivo para la presencia extranjera, la de los norteamericanos que hacia 1938 inician la explotación maderera. La compañía norteamericana Wen Moren Buice, construye la compañía Maderas Moa, que es el núcleo de esta industria en el territorio.

A partir de aquí aparece el aserrío y un incipiente pueblo de obreros relacionados con éste que se asentaron en humildes casas de madera en las inmediaciones del aserradero. Con una infraestructura social muy limitada se inicia la historia de la presencia norteamericana en Moa y específicamente de la explotación irracional de un recurso renovable que los crecientes ritmos de explotación lo convirtieron en unos pocos años en una actividad no sustentable.

La zona de Moa es de gran fragilidad ecológica. Las actividades económicas que aquí se desarrollen, afectarán inevitablemente el medio ambiente. La cuestión que debemos analizar es cómo hacerlo de forma tal, que ese desarrollo no afecte la capacidad de la naturaleza para recomponerse. En las zonas minadas se produce una considerable pérdida ecológica aún cuando existen planes de restauración de las mismas, ésta no es capaz de crear las condiciones naturales para que los representantes de las diferentes especies del lugar encuentren todo lo necesario para una readaptación lógica. Además lo que está ocurriendo aquí no responde a las necesidades del terreno porque el minado desprende toda la capa vegetal y la reforestación únicamente deposita elementos de reposición vegetal en el área donde se va a plantar un árbol.

Hacia la década de los años 50, se inicia la presencia norteamericana en el níquel en Moa. Un norteamericano; Mr. Colligan, representando a la Freeport Sulphur Co, inicia las exploraciones de los yacimientos de Moa y Gran Tierra. Las muestras obtenidas rápidamente indicaron las posibilidades de extraer níquel y cobalto. Como siempre sucede con los modelos tecnológicos que se diseñan para los países del tercer mundo, los primeros experimentos se iniciaron en una planta que poseía esta firma Haskin Mound, en el estado norteamericano de Texas. En el año 1954 comienza el montaje industrial del Proyecto de la fábrica de Moa, conocido como Moa Bay Mining Company.

En el año 1959, a la Revolución en el poder, le queda la difícil tarea de poner a funcionar la moderna empresa construida por los norteamericanos, los cuales, al marcharse, se llevan consigo a la mayoría de los especialistas que trabajaron en el Proyecto.

A partir del triunfo de la Revolución, en enero de 1959, se inicia una etapa cualitativamente nueva en la industria cubana del níquel. La Moa Bay Mining Company, pasa a ser propiedad del Estado revolucionario, bajo el nombre de Fábrica "Comandante Pedro Soto Alba". A finales de la década de los 70, la Fábrica es ampliada con la colaboración de especialistas de la desaparecida Unión Soviética y de otros países del campo socialista.

En 1994, comienza la llamada tercera etapa de la "Pedro Soto Alba", se asocia en capital mixto con la Sherritt International de Canadá, surgiendo la Moa Nickel S.A – "Pedro Soto Alba", entidad que desde su nacimiento desarrolla varios proyectos de protección del medio ambiente. Esta compañía tiene entre sus obligaciones y así se hace constar en el decreto que la deja fundada, la reforestación obligatoria de las áreas minadas. También dispone, a partir de su fundación, de un período de 10 años, para minimizar los impactos ambientales que ocasiona al medio ambiente.

En el año 1986, después de varios años de ejecución, se concluye la construcción de la segunda fábrica de níquel del territorio, con la colaboración de la Unión Soviética. Con una capacidad de producción de 30,000 toneladas de níquel se convirtió en un importante foco de contaminación para el territorio. En la construcción de esta empresa se presentaron serios problemas en el diseño inicial los cuales significaron una amenaza permanente para el medio ambiente.

Una tercera fábrica de Níquel se comenzó a construir con el CAME, actividad la cual se interrumpe con la desaparición del campo socialista y la llegada de los años de recesión económica. Hoy se están realizando numerosas gestiones por parte del Estado cubano para concluir la construcción y puesta en marcha esta importante industria.

En el territorio se asientan otros importantes objetos industriales, principalmente de apoyo a la industria cubana del níquel. Entre estos el Combinado Mecánico ocupa un importante espacio en el tejido industrial del municipio. La industria del cromo continúa su desarrollo con importantes aportes a la economía nacional y a la vida socioeconómica de la comunidad. Los yacimientos de cromo se encuentran en una de las zonas de mayor riqueza ecológica del municipio y de todo el país.

Se puede afirmar que la vida socioeconómica de Moa depende de la producción de níquel, de ahí el reto de mantener condiciones ambientales apropiadas que permitan que la industria cubana del níquel se convierta en competitiva, en todas sus dimensiones. Esta característica del territorio plantea además la necesidad de poseer la estrategia sustentable de explotación de los recursos minerales que exigen las condiciones actuales de globalización de la economía mundial y el carácter no renovable de estos recursos.

2. 3 Impactos ambientales de origen natural.

Para lograr comprender toda la dinámica de la relación hombre – mundo, en Moa es necesario analizar, que no todos los impactos que se les ocasionan al medio ambiente son provocados por la actividad económica del hombre. Muchos impactos se pueden clasificar como naturales.

Como se valoró en el epígrafe anterior en las minas de níquel de Moa, debido al sistema de explotación empleado, tanto en la Moa Nickel S.A – “Pedro Soto Alba” como en la Cmdte “Ernesto Che Guevara”, cuando se selecciona el mineral industrialmente utilizable, el no

industrial o estéril se deposita en escombreras. Estos depósitos debido al relieve montañoso de la zona se encuentran a merced de la erosión, que arrastra gran cantidad de materiales hasta el río Moa, provocando como consecuencia de estos arrastres durante varios años su elevado nivel de contaminación. El río, a su vez, hace llegar estos contaminantes a la Bahía de Moa, donde desemboca.

En la zona minada se observa una completa ausencia de vegetación, principalmente en las orillas de los arroyos y ríos donde se destacan la formación de cárcavas y surcos, estas apariciones se ven favorecidas por la propia composición del suelo y por la devastación que sufre la vegetación, tanto por las actividades industriales, como por la acción de la población que utiliza la madera como combustible doméstico y tala esas zonas preferencialmente. Primeramente por los trabajos de exploración geológica, los cuales conforman trochas generalmente en líneas rectas, por lo que favorece la aparición de los mismos tipos de alteraciones. Por otra parte, los cortes mineros al dejar la superficie desnuda le arrebatan al suelo la protección natural, lo que conduce a su destrucción gradual, producto a la acción mecánica de las lluvias, el viento y por el propio escurrimiento superficial.

La zona presenta un alto nivel de erosión de los suelos como consecuencia de agentes de origen natural. **La lluvia** erosiona el suelo por el impacto de las gotas sobre la superficie, que unido al fenómeno de **la escorrentía**, provoca la erosión por el lavado de las superficies del suelo al arrastrar las partículas del mismo. **El viento**, causante de la erosión eólica o arrastres de las partículas de menor tamaño, provocan las nubes de polvo en suelos descubiertos que tanto alteran la vida en este municipio.

La erosión hídrica, es un proceso determinado por la acción de las aguas sobre el suelo y posee diferentes condiciones que influyen sobre él. **Las condiciones geológicas** son favorables debido a la erosionabilidad de los suelos lateríticos que facilita el avance de la erosión en una zona con un régimen de lluvia muy abundante, agente éste que favorece dicho proceso. **La configuración del terreno** con predominio de pendientes largas con una inclinación de 10 grados o más, donde es frecuente una doble caída de las aguas, una básica en dirección a las corrientes principales, y otra secundaria o transversal. En este sentido es preciso hacer notar la importancia que poseen las precipitaciones. **Las condiciones hidrogeológicas** constituyen otro agente natural de impacto pues de las precipitaciones que abundan en la zona, solo de un 15 a un 20% se incorporan a las aguas subterráneas, el resto forma parte del desagüe superficial y de la evaporación.

La acción erosiva de los ríos se intensifica notablemente debido a que las aguas transportan gran cantidad de cargas sólidas. El transporte de carga por el río se produce de varias formas. En primer lugar; arrastrando los fragmentos rocosos por el fondo. En segundo lugar; transportando detritos finos en suspensión y finalmente conduciendo sustancias disueltas. Esta carga transportada por el río, finalmente llega al mar, donde se deposita en las costas y en el fondo de la Bahía de Moa.

En cuanto a la **erosión eólica** es importante destacar que a pesar de no poseer Moa un clima seco presenta la característica de que sus suelos tienen condiciones favorables para ser arrastrados por los vientos. La parte suelta de la superficie, algo característico de las lateritas, es arrastrada en forma de polvo, ocasionando acumulaciones de dichas partículas en la vegetación, en el mar y en cuantos lugares tengan acceso, provocando consecuencias negativas en el medio ambiente.

2. 4 Características hidrometeorológicas e hidrogeológicas.

El régimen térmico permite establecer dos períodos estacionales: verano y transición verano – invierno, el cual sustituye propiamente al invierno, por ser una zona costera el régimen de brisas modera las oscilaciones de la temperatura del aire reduciendo el valor de las máximas y aumentando la magnitud de las mínimas.

La humedad relativa se justifica, como se decía anteriormente, por la ubicación junto a la costa y por el régimen de precipitaciones que es abundante durante todo el año.

El régimen de los vientos es de baja intensidad, debido a la influencia de los alisios provenientes de la periferia del anticiclón subtropical oceánico de los Azores- Bermudas, que provoca que el viento en superficie, tenga una dirección predominante del Noreste al Este.

La Bahía de Moa se caracteriza por la presencia de zonas bajas, con profundidades que oscilan entre 1 y 3 metros, ellas ocupan el 85% del área total siendo el resto ocupadas por profundidades mayores de 10 metros.

La zona exterior se halla ocupada por la barrera coralina que se encuentra bordeando toda la costa Norte de Cuba. Las aguas de la Bahía de Cayo Moa, se ponen en contacto con las del mar adyacente, a través del canal de entrada el cual es largo y estrecho.

La barrera de arrecifes coralinos de Moa constituye un motivo de permanente preocupación en las investigaciones sobre el desarrollo sustentable en la misma medida que está expuesta a la acción de los residuales de los distintos objetos contaminantes que se encuentran situados en las inmediaciones del litoral. Estos desechos debido a la circulación de las aguas llegan en determinadas horas del día a los arrecifes causando severos daños en todo el ecosistema en que se encuentra insertada la barrera.

Un ejemplo clásico de lo anterior lo constituye La presa de colas de la fábrica Cmdte “Ernesto Ché Guevara”, en la cual debido a un manejo inadecuado se han comenzado a verter desechos en dirección al mar. El sector interior de la presa donde aún se vierten colas tiene un área de 56 ha y una altura de dique de 3 - 4 m. Los volúmenes en este sector hace ya mucho tiempo superaron los niveles del dique y se comenzaron a verter en el sector norte de la presa, en dirección al mar. El impacto provocado por estos desechos destruye toda manifestación de vida en la zona del vertido y las adyacentes. Estos impactos alcanzan la costa afectando, incluso, los manglares.

En muchas zonas costeras son notables las corrientes de mareas y por tal motivo al estudiar la circulación de las aguas en la región se separan las corrientes en periódicas; de mareas y no periódicas; residuales, las primeras pueden alcanzar altas velocidades y trasladar apreciables volúmenes de sedimentos provocando intensos procesos de acumulación.

2. 5 Características generales de la actividad minera.

Antes de iniciar el análisis de las características de la actividad minera es importante conocer la definición de minerales. El Dr. José Otaño Noguel del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa dice textualmente: “Se llama minerales útiles a las sustancias minerales naturales que para un determinado nivel de la técnica pueden ser utilizados en la economía en su forma natural o después de ser elaborados. Los minerales pueden encontrarse en la corteza terrestre en forma sólida, líquida o gaseosa” (Otaño, 1984:6-7).

Llama poderosamente la atención la relación directa que se establece en esta definición entre lo que se ha dado en llamar minerales y la técnica. En este sentido es importante afirmar que un determinado nivel de utilización de una técnica o tecnología minera es decisiva para explicar las características de la minería desde su exploración hasta sus impactos y utilización de los diferentes productos portadores de minerales.

La minería del níquel es a cielo abierto y tiene como característica que los trabajos mineros se realizan desde la superficie. 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 bajos costos y se producen en un tiempo razonablemente corto. Todo esto abarata los costos finales de la actividad minera. Algo muy 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.

Sin embargo, la minería a cielo abierto es una actividad particularmente agresiva con relación a otros tipos de explotación de yacimientos minerales. Esta minería se desarrolla en un espacio mayor de terreno y produce afectaciones al manto freático en una región mayor como ya se ha expresado en este trabajo. Al analizar las características generales de esta actividad es comprensible que se debe dedicar un espacio al análisis de los impactos de la minería. Comprender esta realidad nos facilita la elaboración de cualquier estrategia en la formulación de políticas de manejo de los recursos mineros.

Los impactos de la minería sobre el medio ambiente varían de acuerdo al tipo de mineral que se va a extraer y la mina en particular. Independientemente de esto, hay un elemento común, a la minería le es propia una profunda e inevitable actividad destructiva sobre los recursos no renovables. El daño ambiental es propio de la actividad minera, de ahí la imperiosa necesidad de minimizarlos.

La minería provoca una presión al espacio físico, por cuanto lo utiliza como proveedor de recursos minerales. A medida que la minería se desenvuelve, interfiere en las demás posibilidades de aprovechamiento del espacio, en especial, cuando la mina o las instalaciones de beneficio se encuentran próximas a centros urbanos.

En las tres últimas décadas, las ideas ambientalistas se tornaron obligatorias en las agendas de los administradores públicos y privados, en las propuestas y discursos políticos y en el proceso de globalización, muchas veces trayendo conceptos que desconocen el papel de la minería para la sociedad. Se muestra a la minería como una actividad irremediamente degradadora del medio ambiente, sin embargo, nosotros consideramos que el problema no está en la minería como proceso, sino en la forma en que se produce su explotación. Específicamente, con qué tecnología se explotan las diferentes menas.

Este asunto se analizaría con mayor objetividad, si cuando valoremos los impactos, se tiene en cuenta el papel de las tecnologías en los procesos de deterioro del medio ambiente, para lo cual nos apoyaremos en los criterios del Dr. José Mateo Rodríguez un estudioso del tema. “Una primera respuesta estaría dirigida a explicar las “anomalías”, con las cuales la tecnología degrada el medio natural, y en este sentido podrían definirse tres posibilidades:

- Cuando la tecnología es ecológicamente ineficiente, conduce al surgimiento de procesos degradantes de todo tipo: los energéticamente deficientes, los generadores de residuos, los destructores de los sistemas ambientales;
- Cuando se instalan dispositivos técnicos que no corresponden a la estructura y funcionamiento de los sistemas ambientales; así ocurre con sistemas técnicos gigantes – el llamado “gigantismo” --, con las estructuras tecnológicas que tampoco se ajustan a las estructuras de los eco o geosistemas, todo lo cual conduce a procesos de degradación ambiental y productiva;
- Cuando el manejo de los sistemas técnicos es incorrecto o desarticulado, dando lugar a procesos de degradación; por ejemplo, las normas de introducción de energía y de sustancias que no pueden ser absorbidas por los sistemas naturales, o aquellos sistemas de explotación que no permiten la regeneración de los recursos” (Mateo, 2000:729).

Cuando se analicen cada uno de los grupos de impactos que proponemos a continuación se podrá constatar con precisión el lugar de la tecnología en cada uno de ellos. Estos para su mejor comprensión se pueden subdividir en cinco categorías:

- ◆ Los impactos ocasionados por la exploración.
- ◆ Los impactos directos en la mina.
- ◆ Los impactos ocasionados por la disposición de los residuos mineros.
- ◆ Los impactos vinculados a la transportación del mineral.
- ◆ Los impactos relacionados con el procesamiento de los minerales y los materiales envueltos en los procesos mineros (Dahl, 1998).

Por la importancia que requiere esta clasificación valoremos de forma individual cada uno de estos impactos.

- ***Los impactos ocasionados por la exploración:***

Los impactos que ocasiona la minería se producen desde que comienza la actividad de exploración minera. Inicialmente las exploraciones para determinar los potenciales yacimientos ocupan grandes extensiones de tierra, que son impactadas por los equipos que se utilizan en estas actividades, las cuales produce desechos que contaminan las aguas superficiales y subterráneas, la vegetación inmediata a las zonas exploradas y aún la existente a miles de kilómetros del lugar. Se produce además la erosión de los suelos, la sedimentación y afectaciones a las diferentes formas de vidas de los ecosistemas de las regiones que se exploran.

Las exploraciones además ocasionan impactos negativos sobre las comunidades asentadas en las regiones que se exploran desplazándolas hacia otras, obligándolos a cambiar sus hábitos, costumbres, formas de sustento y hasta su cultura al verse insertados en medios diferentes a los suyos. Estos impactos se producen porque las actividades de exploración afectan varias hectáreas de terreno que van desde la construcción de los caminos mineros hasta la instalación de los equipos y personal especializado actividades que demandan de un espacio físico, de recursos materiales y que generan desechos.

- ***Los impactos directos en la mina:***

La minería a cielo abierto produce profundos impactos en el medio ambiente donde se ubica la mina y en las zonas próximas a ésta. La deforestación y la desaparición de las especies de la flora y la fauna, proceso asociado al destape minero es característico en esta forma de explotación minera. Es posible caracterizar numerosos impactos causados por este tipo de minería, fundamentalmente cuando la mina se localiza en una zona costera insular.

Se podrían analizar estos impactos teniendo en cuenta los siguientes elementos y sin perder la perspectiva de que Moa es precisamente una zona que reúne todas las características mencionadas anteriormente. En primer lugar, la contaminación de las zonas costeras afecta los reservorios naturales de refugio de las aves migratorias que se alimentan de microorganismos marinos, moluscos y pequeños peces del litoral, que prácticamente desaparecen ante la acción de los residuos mineros. En Moa, por ejemplo, el litoral es un tradicional refugio de especies migratorias del norte de los Estados Unidos y de otras zonas de Norteamérica, entre las que se encuentran diferentes variedades de patos. La minería además ocasiona impactos negativos a los bosques donde habitan ejemplares de las faunas ribereñas y montañosas. Por solo citar un ejemplo, la tala de los bosques para el minado y

actividades para - mineras desapareció las áreas de vida del Carpintero Real y con ello su extinción definitiva de la tierra.

En segundo lugar, la minería rompe el equilibrio de las especies que habitan en las zonas minadas y que conforman el medio ambiente local como elementos biológicos y de la tradición sociocultural de los pueblos.

En tercer lugar, el desarrollo de una mina altera los estilos de vida de las comunidades asociadas a los yacimientos, es decir, las ubicadas en las inmediaciones del mismo o en los alrededores de éste. Se produce una agresión a los elementos que constituyen el sostén económico y espiritual de diferentes comunidades humanas y que en la mayoría de los casos se ven obligadas a cambiar sus tradicionales formas de vida y reinsertarse en ambientes socio culturales diferentes.

En el caso de la minería del Níquel en Moa se puede poner como ejemplo el desplazamiento de la comunidad campesina situada en la zona que hoy ocupa la presa de Nuevo Mundo, construida para satisfacer las exigencias de las industrias del territorio y de la población asociada a éstas. En esta región existía desde hace más de medio siglo una comunidad que dependía de la agricultura y que fue desplazada de la zona hacia el núcleo urbano de Moa, a dedicarse a otras actividades económicas y a vivir en apartamentos en un lugar completamente ajeno a sus hábitos y tradiciones ancestrales.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la erosión, la salinización, la degeneración de los suelos, son procesos que ocurren directamente en el área de la mina.

La minería subterránea por su parte, es altamente contaminante de las aguas lo que produce afectaciones a las fuentes de abastecimiento de este recurso para el consumo humano. Esto, de forma inmediata y a largo plazo, afecta la recirculación de las aguas y como consecuencia limita su utilización.

- ***Los impactos ocasionados por la disposición de los residuos mineros.***

La minería produce desechos de consideración tanto por su volumen como por su contenido de materiales contaminantes. Esto trae como consecuencia que se haga necesario implementar una política de gestión de los mismos con el propósito de minimizar los impactos al medio ambiente y de poseer una fuente segura de materias primas para otros procesos industriales.

La actividad minera, en las diferentes fases de su proceso genera gran cantidad de residuales, los cuales, en su mayoría son muy difíciles de reutilizar actualmente con las tecnologías disponibles. Estos necesitan una ubicación segura para minimizar su impacto negativo sobre la naturaleza y crear las condiciones necesarias para reintegrarlos a la misma. Estos residuos pueden reincorporarse al ciclo natural de los ecosistemas de donde son sacados, pues por lo general no sufren grandes transformaciones en sus cualidades originales. Además, algunos de ellos pueden constituir materias primas de otros procesos industriales (Espí, 1999:39).

En el caso de los países en vía de desarrollo esta política pudiera considerarse como una alternativa para la creación de nuevas fuentes de riquezas, si estos desechos se gestionan correctamente y si se implementa una adecuada protección de los mismos, en el orden legal.

Además, la disposición de los desechos mantiene una estrecha relación con la existencia de otras fuentes de recursos naturales, que pueden resultar dañadas por las exposiciones de los contaminantes que se generan, e incluso por afectaciones al propio hombre. Las acumulaciones de desechos mineros se encuentran expuestas a los diferentes agentes de la erosión y pueden producir serias afectaciones a la agricultura, las costas y los ríos. Para las islas, éste es un fenómeno de gran trascendencia tanto por su gran riqueza biodiversa como por su lugar entre los diferentes ecosistemas insulares que de afectarse introducirían cambios en toda la región donde se encuentra ubicada.

Los desechos que van a parar al mar, especialmente los de la minería del Níquel, producen un proceso de enlodamiento y sedimentación del cauce de los ríos y el fondo del mar, de donde con la acción permanente de estos comienzan a desaparecer especies que tradicionalmente habitaban en estos ecosistemas y que constituían en muchos casos fuentes de empleos y de alimentación de las comunidades ribereñas y marinas. Estos desechos, como se ha dicho anteriormente, constituyen una fuente permanente de amenaza para la vida acuática y para los diferentes ecosistemas marinos en sentido general.

En el caso de Moa, existe la peculiaridad de la presencia de manglares a lo largo del litoral que se encuentran permanentemente amenazados por los desechos mineros. Se ha podido conocer, a partir de entrevistas y observaciones realizadas, que en la zona de Moa se ha producido en los últimos años una disminución en gran escala de los representantes de la fauna marina en la llamada plataforma. Se agotaron las llamadas zonas de crías y como consecuencia lógica de este proceso han comenzado a desaparecer determinadas

ejemplares que tradicionalmente existían en estos lugares. La mayoría de las especies que tradicionalmente arribaban a la zona de pesca de Moa, no lo hacen en la actualidad como consecuencia de la contaminación de las aguas y la falta de alimentos en las hasta hace algunos años zonas seguras para la reproducción y la alimentación.

Por otra parte existen determinadas comunidades de pescadores asentadas en el litoral que han visto seriamente dañadas sus condiciones de vida al limitarse, como se expresaba anteriormente, la posibilidad de obtener los recursos para su sustento diario. Aunque este segmento poblacional no es representativo dentro del municipio, si se puede afirmar que existen asentamientos que se consideraran pescadores, porque dependen del mar y sus hábitos y costumbres están directamente relacionados con éste.

- ***Los impactos ocasionados por la transportación del mineral.***

Una de las mayores desventajas de la actividad minera con relación a otras actividades económicas lo constituye, el transporte del mineral. La transportación encarece la minería y en muchas regiones limita la participación de las compañías con mayor poderío económico en la explotación de estos recursos. El transporte del mineral es ambientalmente peligroso por la distancia, en que frecuentemente se ubican las menas con relación a las plantas de beneficio y los peligros que significa salvar esos tramos y el rechazo que provoca en los pobladores de las comunidades aledañas a las instalaciones de proceso.

Las infraestructuras vinculadas con el transporte de mineral, frecuentemente se basan en el uso del ferrocarril, un medio muy barato con relación al transporte automotor; pero muy relacionado con otros usos de mayor impacto en las poblaciones.

- ***Los impactos relacionados con el procesamiento de los minerales y los materiales peligrosos envueltos en los procesos mineros.***

Otra desventaja de la minería desde el punto de vista tecnológico y ambiental lo constituye el hecho de involucrar en los procesos tecnológicos materiales peligrosos, de alta toxicidad, dañinos para la salud humana y para los ecosistemas naturales donde el hombre se inserta. Esto convierte el proceso de producción en muy complicado desde el punto de vista del manejo de estas sustancias y de su tratamiento final cuando se convierten en desechos.

Un ejemplo clásico de lo anterior, lo constituye el uso en el proceso de producción de la Cmdte “Pedro Sotto Alba” (Moa Nickel S. A) del azufre, un producto de difícil manejo que

desde su transportación hasta su ubicación en el puerto de Moa comporta riesgos ambientales importantes. En los momentos actuales, este producto se almacena al aire libre corriendo el riesgo constante de combustionar por las altas temperaturas del lugar y por su volatilidad. Además debido a la acción de los vientos se producen afectaciones a las instalaciones aledañas al lugar y a la comunidad de Rolo Monterrey.

Por la ubicación en la zona baja del puerto, es una amenaza permanente para la Bahía de Moa a donde van a parar frecuentemente residuos sólidos de azufre desprendidos en diferentes momentos por la acción de los agentes de erosión que actúan sobre el depósito del material.

La minería en las islas tiene el riesgo de tener que enfrentar los retos que representan la fragilidad de los ecosistemas marinos desde el punto de vista que la mayoría de los desechos, cuando no se tratan adecuadamente van a parar directamente al mar y afectan la cadena alimenticia de la que dependen las diferentes especies del litoral.

En el caso de Moa, las empresas metalúrgicas están ubicadas prácticamente sobre el litoral lo cual es un riesgo permanente para la vida de las diferentes especies de la rica plataforma de la zona y mas aún para los arrecifes coralinos que la bordean. Una de estas empresas, como ya se ha expresado; la Cmdte “Ernesto Che Guevara” posee una presa de cola ubicada en las inmediaciones del litoral lo que constituye un permanente foco de contaminación. La otra empresa, la Cmdte “Pedro Soto Alba” (Moa Nickel S.A) contamina desde hace 40 años el río Cabañas, con el conocido WL, un licor resultado del proceso de producción de dicha fábrica que elimina cualquier forma de vida en las zonas donde actúa.

La minería en las islas produce a largo plazo consecuencias muy negativas para la adopción de un modelo de desarrollo, por cuanto se produce una compleja interrelación dialéctica entre la utilización de recursos no renovables y las afectaciones que se producen sobre los recursos renovables. Es decir, el uso de los recursos minerales puede ocasionar serias afectaciones a la capacidad de renovación de los recursos renovables, como por ejemplo, la pesca y la explotación integral de los recursos del mar, incluyendo el uso de las playas, con fines turísticos. Además, se ocasionan impactos negativos sobre los diferentes recursos de la biodiversidad, los que en muchos países constituyen una fuente adicional de ingresos.

Esta realidad de la minería en las islas conduce a la necesidad de diseñar sistemas de gestión de los recursos mineros que incluya a los recursos costeros entre sus prioridades a mediano y largo plazos. Evidentemente en las condiciones actuales los proyectos que se

desarrollan en el municipio Moa, no tienen en cuenta esta peculiaridad del territorio. Por otra parte, cuando hablamos de gestión de recursos mineros en nuestro país, no podemos dejar de tener en cuenta el nivel real de desarrollo que poseemos. El subdesarrollo impone reglas que no podemos desconocer, aún cuando existe una real voluntad política de propiciar un modelo de respetuoso de la naturaleza.

2. 6 Los procesos minero - metalúrgicos en las empresas del níquel en Moa.

Como se expresó en la caracterización, Moa cuenta actualmente con dos fábricas de Níquel en explotación, la “Pedro Soto Alba” y la “Ernesto Che Guevara”. Existen otros objetos contaminantes que generan residuales de alta toxicidad, como por ejemplo, el Centro de Investigación de las Lateritas (CIL) con varias plantas pilotos. Se localizan además aquí, una planta de beneficio de Cromo y el Combinado Mecánico del Níquel.

La producción de níquel y cobalto implica mover diariamente grandes cantidades de mineral (alrededor de 16000 t/d). Solo una pequeña parte de esa masa mineral (alrededor del 1.4%) es níquel y cobalto, el resto está formado básicamente por las colas, las cuales constituyen un mineral con un alto contenido de hierro que finalmente se deposita a una distancia de alrededor de 3-6 km. del lugar de origen, con el consiguiente impacto sobre el medio; y otra parte de los metales contenido inicialmente en el mineral y que conforman el balance general del proceso quedan disueltos en las soluciones residuales las que van en muchos casos a parar al río y finalmente al mar. Por otra parte, es necesario manipular diariamente cientos de toneladas de materias primas que también ocasionan una alta contaminación como es el ácido sulfúrico y el ácido sulfhídrico en la fábrica Pedro Soto Alba, y el amoníaco en la fábrica Ernesto Che Guevara.

De estas industrias la “Cmdte Pedro Sotro Alba”, actual compañía mixta Cubano - Canadiense Moa Nickel S.A., presenta varios focos de contaminación que alteran la ecología en el entorno geográfico de la zona.

Entre las principales afectaciones se encuentran la deforestación de las zonas minadas, el vertimiento de soluciones residuales generadas en la planta de precipitación de sulfuros (WL y agua del cooler), los gases de la planta termoeléctrica y las plantas de agua, el almacenamiento de las colas de mineral, la emisión de gases a partir de las plantas de sulfuros, neutralización y ácido sulfúrico, y el vertimiento de residuales producto del lavado del sulfuro en el puerto.

En los últimos 4 años se ha eliminado o disminuido considerablemente 2 focos importantes de contaminación, que son la emisión de SO₂ en la planta de ácido y la contaminación ocasionada por la solución embebida en las colas de mineral que se envían a la presa. No obstante la situación medioambiental aún está lejos de ser lo que se necesita. En la Tabla 1 el lector podrá comprender con mayor exactitud cuál es la situación actual y hacia dónde deben dirigir los diferentes actores de la empresa y de la comunidad sus esfuerzos por minimizar estos residuales.

Tabla 1 Contaminantes gaseosos de la Fábrica Pedro Sotto Alba (toneladas / día)

	t/d
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S) a partir de la planta de sulfuros y neutralización.	5
Dióxido de azufre (SO ₂) a partir de la planta termoeléctrica.	9
Dióxido de carbono (CO ₂) a partir de la planta de neutralización	110
Sulfuro de carbonilo (COS) a partir de la planta de neutralización.	5

Entre los principales residuales líquidos de la fábrica PSA está el licor residual conocido como WL, éste se genera en la planta de precipitación de sulfuros. El WL es un licor de coloración azulosa y olor desagradable por la presencia de sulfuro de hidrógeno (H₂S), esta solución sale del proceso a una temperatura de 90 - 95 °C, posee partículas en suspensión de sulfuros de Ni + Co, posee una alta acidez y varios metales disueltos. Con un caudal diario de alrededor de 12000 m³ se vierte al río Cabañas, afluente del río Moa, y finalmente, después de recorrer alrededor de 5 km. se vierte al mar.

Como se puede apreciar en la Tabla 2 el WL es un residual altamente dañino para los diferentes microorganismos y especies de la flora y la fauna presentes en las zonas donde se vierte y en todo su recorrido hasta llegar al mar. Por otra, parte es apreciable en las cifras que se ofrece aquí el por ciento de diferentes minerales que se pierden como resultado de la tecnología actual de la Moa Nickel S.A – “Pedro Soto Alba” que no le permite la reutilización de estos residuales. El lector puede constatar a través de este ejemplo la relación ciencia – tecnología – sociedad, en todas sus dimensiones. La reflexión conduce inevitablemente a la conclusión de cómo un modelo tecnológico resultado del nivel alcanzado por la ciencia en un momento de su desarrollo genera impactos negativos de diferente profundidad y alcance sobre el medio ambiente. La evaluación de esos impactos y el logro de políticas que contribuyan a minimizarlos, explicables a través de esa propia relación dependen no solo del nivel actual de la ciencia y la tecnología, sino de las diferentes orientaciones sociales de los modelos socio – económicos, en los cuales, se ven insertados los actores sociales.

La composición aproximada del WL es la siguiente:

Tabla 2. Composición aproximada del licor residual WL

Ni : 35 - 50 mg/l	Al : 4.5 - 5.0 g/l
Co : 8 - 10 mg/l	Cr : 0.6 - 07 g/l
Zn : 24 - 30 mg/l	SiO₂ : 0.5 -0.6 g/l
Fe : 0.4 - 0.8 g/l	H₂S : 100-200 mg/l
Mg : 2 - 2.5 g/l	H₂SO₄: 7 - 8 g/l
Mn : 1.4 - 1.7 g/l	pH : 1.2 - 1.4

Principales afectaciones al medio ambiente ocasionadas por el licor WL.

1. Contaminación de la atmósfera con sulfuro de hidrógeno (H₂S procedente del WL).
2. Contaminación de los Ríos Cabañas y Moa.
3. Contaminación de la cuenca hídrica subterránea.
4. Contaminación del litoral de Moa.

Contaminación de la atmósfera con sulfuro de hidrógeno (H₂S).

El sulfuro de hidrógeno es uno de los contaminantes que ocasiona un impacto más desfavorable. Una parte de este gas se desprende de la solución durante el vertimiento de soluciones al sistema de canalización en la fábrica y por las chimeneas de las plantas de sulfuros y neutralización.

El H₂S es un gas incoloro y de olor desagradable. La acción de este gas produce afectaciones en los equipos electrónicos y en las instalaciones eléctricas. Un nivel de este gas superior al mínimo admisible puede causar severas afectaciones a la salud humana, principalmente en las personas expuestas directamente a los vertidos.

Contaminación de los ríos Cabañas, Moa y el litoral.

El río Moa se contamina fundamentalmente con el ácido sulfúrico y los metales disueltos que tiene el WL y que descargan en él a partir del río Cabañas, y la contaminación del litoral de Moa se debe a la misma causa. En el caso del río Cabañas, es preciso decir que, éste es uno de los sitios más afectados por la contaminación ambiental dentro de Moa. Han desaparecido de este lugar la mayoría de las formas de vida que aquí existían además de que las comunidades vivían en las riberas del mismo se desplazaron al perder la fuente de abasto de agua que representaba el río y la vida que al mismo se asociaba. Algo similar sucede con el

río Moa que recibe su alta carga de contaminante de su afluente principal el río Cabañas y que como se dijo anteriormente van a parar directamente al mar.

Al valorar los indicadores de la Tabla 3 se podrá comprender en toda su magnitud cuál es el nivel del daño que ha ocasionado el WL a los diferentes ecosistemas marinos del litoral moense. El contenido anual de esos metales vertidos al mar impide casi en su totalidad que se puedan realizar normalmente todas las funciones de la naturaleza, entre éstas, la de sumidero. La llamada Bahía de Moa, es un ecosistema totalmente saturado donde la vida marina es cada día menos probable, donde han desaparecido la mayoría de las especies que la habitaban hace solamente unos 35 años. Está profundamente impactada desde el punto de vista ecológico y ambiental y con un impacto al paisaje muy difícil de recuperar. Otrora una zona de recreo y de sustento para un grupo poblacional de Moa hoy constituye una zona prácticamente muerta.

Tabla 3: Cantidad aproximada de algunos metales y ácido sulfúrico vertido al mar procedente del licor WL de la fábrica Pedro Sotto Alba.

Descripción	WL (t/a)
Ni	168
Co	33.6
Fe	1638
Zn	100.8
Mg	8400
Mn	6300
Al	21440
Cr	2520
Ca	3360
H ₂ SO ₄ libre	35700

Además de la ácido libre que presenta el WL, se produce otra cantidad adicional mayor aún, como resultado de la hidrólisis de algunos metales disueltos. Esto ocurre a medida que se van diluyendo las soluciones con las aguas de los ríos y del mar y van alcanzando los metales el pH de precipitación en forma de hidróxidos.

La fábrica “**Cmdte Ernesto Che Guevara**” entró en operación en el año 1985, y su tecnología es lixiviación - carbonato amoniacal. El proceso tecnológico de la planta es muy complejo y consta de ocho etapas.

El secado del mineral se produce en 7 secaderos que utilizan un quemador de petróleo, lo que encarece el costo final de la libra de níquel que esta empresa ubica en el mercado. En los secaderos, como consecuencia del complejo proceso de secado del mineral, se producen

desprendimientos de polvo de hasta un 25% del que entra con el mineral o se forma durante el proceso. Estos polvos, a pesar de las recientes mejoras tecnológicas que ha experimentado la fábrica constituyen una pérdida de mineral y una fuente permanente de contaminación ambiental para el territorio.

En las plantas de hornos de reducción se reduce el óxido de níquel y el óxido de cobalto presentes en el mineral utilizando como agente reductor el petróleo aditivo.

De la planta de recuperación se obtienen como desechos las colas a las cuales nos referimos anteriormente y que se depositan en la presa de cola de dicha fábrica. Estas colas son ricas en minerales, los que no pueden explotarse en la actualidad por no disponer de la tecnología necesaria para hacerlo.

En esta fábrica se generan desechos altamente contaminantes para el medio ambiente, sin embargo, últimamente se ha logrado reducir notablemente los niveles de contaminación que presentó en los primeros años motivada fundamentalmente por mal manejo tecnológico en los diferentes procesos y muy especialmente por un sistema de captación de polvos ineficiente. Actualmente la situación es mucho más favorable, pero continúa presentando varios focos importantes de contaminación, como son el vertimiento de la pulpa de cola, la cual presenta cantidades de amoníaco por encima de lo normal en la solución embebida, el vertimiento de residuales a partir de la planta termoeléctrica, y la deforestación de terrenos en la zona minada.

Por otra, parte continúan las emanaciones a la atmósfera de gases calientes con partículas de polvo a partir de las plantas de secado del mineral, de los hornos de reducción y de la planta de calcinación. También, y debido a la no hermetización de muchos equipos, se producen grandes pérdidas o escape de amoníaco, el cual constituye un contaminante de la atmósfera muy nocivo.

CAPÍTULO III: LO SUSTENTABLE EN LA MINERÍA

3.1 La importancia de la minería para el desarrollo.

La sociedad poco conoce sobre la actividad mineral. Los minerales están presentes en casi todos los materiales y equipamientos, no obstante, en la mayor parte de las veces, de forma oculta. Lo que aparece a nuestros ojos son los manufacturados y nunca las materias primas usadas para su fabricación: ¿quién piensa en el cuarzo y en el feldespato, al ver un vidrio? ¿Quién admira un vehículo pensando en los minerales de hierro, manganeso, aluminio, titanio y tantos otros que permitirán su montaje?. La minería es una actividad económica tan necesaria como la agricultura y la pecuaria, pues produce materias primas esenciales para la sociedad. Los pueblos de los países industrializados conocen bien esto, pues la construcción de la infraestructura y de las mejores condiciones de vida de que gozan actualmente, fue posible por el aprovechamiento intenso de bienes minerales; aunque ciertamente no pocas veces, de forma dilapidadora del medio ambiente y generadora de vectores patogénicos (Scliar, 1999:5).

Es innegable que la minería es una actividad particularmente dañina para el medio ambiente, sin embargo, es notoriamente importante para el desarrollo de cualquier país, pero muy especialmente para los llamados países en vía de desarrollo. La industrialización es impensable sin los minerales y las naciones menos desarrolladas no solamente pueden utilizar estos recursos en su desarrollo endógeno, sino que pueden aprovechar las demandas mundiales de minerales para poner en el mercado los que producen a precios que pueden compensar los daños ambientales que ocasionan al medio ambiente.

La minería produce, como se afirmaba anteriormente impactos positivos que es necesario maximizar en función de su desarrollo, éstos se mueven en la siguiente dirección. Proporciona nuevas oportunidades de empleos en regiones generalmente de bajo nivel de desarrollo socio – económico con altos niveles de desempleo y de exclusión social. Estos nuevos empleos aparecen en las actividades vinculadas directamente con las minas, pero también en las paramineras. Como consecuencia de esta actividad se produce una elevación considerable de la capacitación de los trabajadores, los cuales tienen la oportunidad ampliar sus conocimientos para desempeñar otros empleos. En esta dirección va encaminada la idea de preparar a los trabajadores para el multioficio con el propósito de que puedan emplearse en otros sectores de la economía cuando se hayan agotado los recursos minerales (Heathcoate, 1999).

En la misma dirección que las ventajas anteriores el desarrollo minero facilita el acceso de las comunidades donde se asientan las minas a los servicios de la salud y la educación, las llamadas coberturas primarias de atención a la población. Lógicamente este acceso está mediado por el lugar que ocupan los diferentes grupos sociales en la estructura clasista de la sociedad, el cual depende del sistema socio – económico en que se desenvuelvan y la forma en que se distribuyan las riquezas.

La explotación de un recurso trae consigo la posibilidad de utilizar otros que en la naturaleza aparecen como minerales acompañantes. Todo esto trae aparejada la posibilidad de que se desarrolle en toda su magnitud un tejido industrial en torno a estos recursos, su explotación, utilización y comercialización. Las ventajas en esta dirección son muy importantes desde el punto de vista económico en la medida que se pueden abaratar los costos del minado y del procesamiento. También esto repercute positivamente en la protección de la naturaleza en el sentido que se reducen las escombreras, se minimizan los focos de contaminación por concepto de almacenaje de materias primas y se facilitan las actividades de rehabilitación de los terrenos minados.

Lo más importante, sin embargo, es el hecho de que se pueda crear a partir de la minería toda una infraestructura social que impulse el desarrollo de otras ramas económicas y sociales en zonas generalmente excluidas del desarrollo social. Tal es el caso del municipio Moa, donde a partir de la minería y gracias a la existencia de un proyecto político que ha privilegiado el desarrollo integral de las riquezas con énfasis, en el factor humano ha surgido una potente ciudad industrial que posee una infraestructura de salud y de educación que incluye todos los servicios que demanda la población y el desarrollo actual del país.

Todo este sistema sustenta importantes indicadores de salud que permiten a la población de Moa poseer una calidad de vida alta, comparable con otras zonas del país donde no existe el fantasma de la contaminación ambiental ocasionado por la actividad minera.

En el caso de la educación posee el territorio un sistema de los más completos de la nación que permite la existencia de varios círculos infantiles, guarderías infantiles, escuelas primarias, secundarias y un preuniversitario. Cuenta el municipio, además con un centro de enseñanza superior donde estudian alumnos de todo el país y de varios países del mundo especialidades minero metalúrgicas, fundamentalmente.

El aporte del níquel al Producto Interno Bruto (PIB) es considerablemente alto dentro de la economía territorial, independientemente de esto no se puede afirmar que el desarrollo

socioeconómico de Moa dependa absolutamente de la minería. Existen otras actividades económicas que aportan considerables ingresos al municipio.

Por otra parte, es posible demostrar que con el uso de la ciencia y la técnica, la minería puede convertirse en una actividad compatible con el medio ambiente, entendido éste en su aspecto amplio, donde se incluya al propio hombre dentro de sus elementos. El uso de la técnica minera facilita, como se ha planteado en momentos anteriores de este trabajo que se puedan explotar los recursos mineros quedando un margen de ganancias para compensar los daños que se le ocasionan a la naturaleza.

3. 2 Lo particular en el concepto desarrollo sustentable.

Todo lo anterior demanda de la necesidad de convertir a la minería en una actividad sustentable. Como se pudo apreciar en el capítulo I el concepto desarrollo sustentable es eminentemente político y además no ofrece una metodología capaz de hacerlo viable en actividades específicas. Define parámetros generales para evaluar las actividades económicas en el ámbito de la macroeconomía, establece principios que se complementan unos a otros cuando se cuantifican los llamados indicadores de sustentabilidad. Sin embargo, este concepto es insuficiente para determinar la sustentabilidad de actividades productivas concretas como es el uso de los recursos mineros y muy especialmente en el caso del níquel. De ahí la necesidad de poseer un concepto que sirva de guía metodológica para este tipo actividad.

Lo sustentable se diluye, en los conceptos que analizamos en el capítulo I, en todo el conjunto de actividades socio - económicas de un país, sujeto a los intereses del evaluador y enmascarado en un conjunto poco comprensible de cifras macroeconómicas. Es decir, este concepto no posee todos los elementos imprescindibles para medir indicadores de sustentabilidad.

Los valores ambientales, comprendidos éstos desde la dimensión ecoambiental, no aparecen con facilidad en ese complejo entramado social, donde todo se expresa cuantitativamente siguiendo los dictados del mercado. Estos valores son, generalmente, categorizados por criterios biológicos desde el punto de vista de su importancia para mantener el equilibrio de las especies asociadas a un determinado ecosistema y no a partir de parámetros económicos. A los empresarios les interesa obtener ganancias, de acuerdo al grupo social que representen y la naturaleza es un medio más para alcanzar sus objetivos.

Para evaluar una actividad económica específica el concepto metodológicamente no ofrece las perspectivas exigidas por ambientalistas y economistas. Una actividad de cualquier índole no se puede analizar aisladamente, es imprescindible verla en sus interconexiones de acuerdo con los indicadores que la sociedad en un momento determinado ha validado. Esas interrelaciones no son únicamente económicas, tecnológicas, ambientales o ecológicas, sino que además abarcan los valores, las tradiciones, los sentimientos religiosos, etc. En este sentido el concepto desarrollo sustentable no ofrece posibilidad alguna de evaluar el grado de sustentabilidad de una actividad económica.

Lo anteriormente planteado, no significa que no existan singularidades del concepto útiles para analizar hasta dónde una actividad económica es sustentable o no.

Estos elementos se encuentran presentes en el momento de verificarse la relación del hombre con la naturaleza, es decir, la acción tecnogénica sobre el medio ambiente. La cuestión sería conocer el nivel de afectación sobre los ecosistemas que rodean al objeto económico.

Existen diferentes instrumentos para satisfacer las exigencias expuestas en el párrafo anterior. Las llamadas evaluaciones de impacto ambiental, tan de moda en la actualidad, son una vía mediante la cual se pueden evaluar los daños. Con este mismo objetivo las auditorías ambientales ofrecen una información valiosa de los impactos y del seguimiento de éstos en la aplicación de los modelos tecnológicos. Sin embargo, se hace necesario decir que por medio de ellas no se puede resolver el problema, las primeras se realizan, en la mayoría de los casos, para prevenir los efectos sobre un determinado ecosistema de una actividad económica, pero no se pueden prever cuáles serían los riesgos que ocasionaría a otros sistemas interrelacionados con éstos. Las segundas, en su forma clásica, se efectúan para conocer la magnitud de un daño ocurrido para sancionarlo.

Una vía para el análisis de la sustentabilidad sería poder determinar en cifras el aporte de la actividad que se evalúa, al Producto Interno Bruto del país, es decir, cómo la economía nacional y los actores implicados en esas actividades económicas satisfacen sus necesidades a partir de los ingresos que como resultado de la explotación de esos recursos perciben. Además, de cuánto se dedica de esa parte para la protección ambiental, como un activo permanente, dedicado no solamente a la protección del medio ambiente como ente ecológico, sino a la creación de nuevas oportunidades socio productivas a partir del surgimiento de nuevos empleos que constituyan alternativas a las economías agresoras de la naturaleza.

Por otra parte se hace imprescindible saber en qué medida el desarrollo de una determinada actividad contribuye a crear condiciones para el surgimiento de otras como respuesta al agotamiento de los recursos, en el caso de los no renovables. También es necesario tener en cuenta cómo los niveles de explotación de los recursos renovables tiene en cuenta los ciclos de recomposición de la naturaleza en el afán de garantizar la permanencia del recurso.

Como se puede apreciar es muy difícil con el conocimiento actual y las tecnologías existentes poder determinar cuándo una actividad es sustentable. La sustentabilidad no es un proceso que pueda medirse individualmente, ésto se logra únicamente, como se analizó anteriormente, en su interrelación con la sociedad. En esa interrelación lo que sí es mensurable y se puede expresar en cifras son los impactos ambientales.

3.3 Indicadores de sustentabilidad de los recursos mineros.

La situación a la que nos referimos anteriormente ha creado un interés cada vez mayor en la formulación de indicadores que sirvan para medir los impactos de las actividades humanas y la disponibilidades de reservas teniendo en cuenta los ritmos actuales de crecimiento de las economías mundiales y partiendo de los presupuestos de la Cumbre de la Tierra, en 1992 y de las normativas de las organizaciones internacionales que se dicen defensoras del desarrollo sustentable.

“Así tenemos que se han desarrollado indicadores que pretenden medir el progreso económico como es el **Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas**; sobre la competitividad internacional del World Economic Forum; el **índice de Libertad Económica** del Fraser Institute. Del mismo modo se ha trabajado en la generación de indicadores sociales en donde se destacan el **Human Development Index** del **Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo** (PNUD). Con respecto a los indicadores del medio ambiente, éstos tienen una historia más reciente, sobresaliendo los trabajos de la **Organización para el Desarrollo y la Cooperación Económica (OCDE)**, de los gobiernos de Canadá y Holanda; en América Latina destacan Costa Rica y Venezuela; pero gran parte del trabajo se ha concentrado en la presión ejercida por el hombre sobre el medio ambiente, como en las emisiones de contaminantes en la atmósfera” (Narro, 1999:1).

En Cuba, se producen anualmente serios esfuerzos por medir con exactitud indicadores de Índice de Desarrollo Humano, los cuales incluyen aspectos directamente relacionados con la utilización de los recursos naturales. En las empresas estatales cubanas éste es uno de los

indicadores que mayor atención recibe en las condiciones actuales, a pesar de la crítica situación económica que atraviesa el país. Un ejemplo concreto de lo anterior lo constituye el Servicio Estatal Forestal Nacional que posee rigurosos indicadores para medir la explotación forestal y medios en todo el país para garantizar la vigilancia de los bosques. Sin embargo, es preciso decir que hasta el momento no se disponen de indicadores especialmente elaborados para medir las acciones del hombre sobre el medio ambiente.

La elaboración de indicadores de sustentabilidad al tener en cuenta las dimensiones del desarrollo sustentables de las que se han valorado en este trabajo tiene que tener en cuenta tres aspectos esenciales: la economía, la equidad y la ecología. Estos aspectos no se pueden analizar aisladamente, de lo contrario no darían la visión de sistema que es imprescindible tener en cuenta al tratar de establecer indicadores de sustentabilidad. Estos elementos dan la visión más concreta de la relación hombre – mundo que aspiramos en la misma medida que comporta todos los elementos de la definición amplia de medio ambiente, como interacción de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos.

La situación valorada en el epígrafe anterior nos conduce a meditar acerca de la necesidad de disponer de un número determinado de indicadores que permitan cuantificar de algún modo la relación hombre – mundo. Estos indicadores deben reunir las siguientes características:

- Limitados en número y manejables, que recojan información sencilla y con un alto grado de agregación. Deben respetar los diferentes contextos culturales privilegiando la participación de la población en la búsqueda de información.
- Deben ser multisectoriales, abarcadores, que tengan en cuenta todas las dimensiones de la sustentabilidad, evitando los tecnicismos que entorpezcan el proceso de búsqueda de la información. Para resultar eficientes deben considerar el medio ambiente en su acepción más amplia como conjunto de elementos abióticos, bióticos y socio – económicos (Cendero, 1999).

Evidentemente resulta muy sencillo determinar cuándo una actividad no es sustentable, para lo cual basta con saber cuáles son los impactos negativos que ocasionan sobre el medio ambiente, sin embargo, lo verdaderamente difícil es poder precisar cuándo se ha alcanzado la sustentabilidad. No cabe la menor duda que ésta es una tarea científica de gran envergadura y si la cuestión gira alrededor de los minerales, se puede plantear que ésto es casi imposible. Los científicos de esta área del saber humano no poseen todos los elementos

necesarios para calificar una actividad económica como sustentable o no, porque no poseen los indicadores necesarios para evaluarla.

En este capítulo se valorarán algunos indicadores que pudieran ofrecer elementos de juicio para determinar cuándo una actividad minera es sustentable. Primeramente, en este epígrafe se analizarán indicadores relacionados directamente con la minería y en el próximo los de carácter general, sin los cuales es imposible hablar de sustentabilidad.

Las bases de este análisis parten de las características de los recursos minerales los cuales solamente son utilizados por el hombre si reportan alguna utilidad después de laborarse de forma manual o industrial. En este sentido H. Sejenovich afirma textualmente: “Los recursos naturales lo son en la medida que poseen utilidad humana. Para ello tienen que ocurrir por lo menos cuatro circunstancias:

- Que exista el conocimiento de sus propiedades en relación con la satisfacción de sus necesidades.
- Que exista el conocimiento de las técnicas necesarias para la transformación de esos elementos en productos deseables.
- Que los conocimientos técnicos puedan introducirse en el aparato productivo.
- Que una vez elaborado el producto pueda llegar efectivamente a quienes posean la necesidad del mismo” (Miranda, 1999:223).

A partir de estos elementos es posible concluir que existen determinados indicadores que se deben tener en cuenta en el análisis de la actividad minera como puntos de partida para determinar la sustentabilidad. Estos indicadores de partida serían: **el conocimiento geológico, la tecnología, la factibilidad económica, la disposición de los sumideros, conocimiento de los derivados, integración de los recursos a su medio, determinación de las actividades alternativas y los criterios legales.**

Antes de comenzar el análisis del indicador conocimiento minero – geológico, debemos definir qué se entiende por conocimiento para lo cual utilizaremos el concepto que ofrece Tirso W. Sáenz en un interesante artículo donde dice textualmente refiriéndose tanto a los conocimientos científicos como a los tecnológicos: “Los conocimientos científicos y tecnológicos presentan características diferentes. Los primeros son más complejos; surgen de la observación y el análisis, tratando de suministrar conjuntos de conceptos cada vez más abarcadores y a su vez, en la medida de lo posible, más sencillo, relativos a fenómenos y sus vínculos, incluyendo las variaciones que dichos fenómenos puedan sufrir, así como las causas y consecuencias de éstos. Los conocimientos tecnológicos consisten en nuevos

procedimientos por medio de los cuales se alcanzan fines prácticos; pueden considerarse como el conocimiento de procedimientos probados por los cuales se logran objetivos predeterminados” (Sáenz, 1999:79). En el criterio que a continuación se expone nos estamos refiriendo a conocimientos científicos.

El **conocimiento minero - geológico** sobre un recurso mineral permite conocer todas las propiedades sobre el mismo y hasta dónde es capaz de satisfacer las necesidades de la producción de las generaciones actuales. Estos estudios nos permiten conocer la evolución del yacimiento a través de las diferentes eras geológicas y cuáles fueron las condiciones que en la naturaleza intervinieron en su origen. Además es posible a través de este conocimiento establecer las relaciones dialécticas necesarias entre un recurso mineral determinado y los que se encuentran en su mismo sistema.

Este indicador permite a los especialistas valorar no solamente cómo sería la explotación de un mineral, sino cuáles serían las consecuencias de esta actividad sobre el área minera donde se va a actuar. Lógicamente desde este punto de vista se pueden establecer con antelación las estrategias imprescindibles para minimizar los impactos y preservar las zonas donde se propone situar la mina. Éste es un indicador que tiene una gran importancia no solamente para el caso de los recursos no – renovables, sino para los renovables. En este sentido, es preciso indicar que los conocimientos minero - geológicos permiten establecer los límites a tener en cuenta en el uso de un recurso si se espera que éste logre la recomposición natural, en el caso de los renovables en un tiempo razonable para ser utilizado por las generaciones actuales y futuras.

Por otra parte estos conocimientos aportan los elementos necesarios para indicar el límite de las reservas, el tipo de mineral y las posibles tecnologías para su explotación. Este último aspecto es un indicador para sugerir la utilización de una tecnología determinada o modificaciones en dependencia del tipo de mineral.

Finalmente, el conocimiento minero – geológico, permite conocer los minerales acompañantes y en consecuencia con ello, determinar posibles estrategias en el uso de tecnologías. Todo ésto facilita la toma de decisiones en el establecimiento de una estrategia para el manejo de los recursos y hacia qué sectores dirigir posibles inversiones. En el caso concreto de Cuba el conocimiento del potencial minero - geológico se convierte en una de las ventajas comparativas más notable para salir de la crisis económica que atravesamos. La inversión extranjera, por solo citar un ejemplo, es mayor en este sector precisamente por el hecho de existir aquí un potencial minero – geológico bien estudiado.

La **tecnología** constituye un indicador esencial para determinar si la explotación de un recurso es sustentable o no. En ella está implícita la relación del hombre con la naturaleza, dicho de otra forma la tecnología que se emplee marcará los impactos sobre el medio ambiente, tanto los positivos como los negativos. En este sentido es necesario tener en cuenta que la tecnología no es neutra, que la misma responde a los intereses de grupos sociales concretos, que su aplicación está mediada por la actividad consciente de los hombres. La tecnología, además es un valor que crea nuevos valores y modifica los ya existentes, esta visión nos permite comprender su lugar en el logro de la sustentabilidad.

Una tecnología, en el caso de los minerales, es sustentable si permite que se exploten las reservas para la cual se diseñó, sin afectar la capacidad de la naturaleza de recomponerse. Pero además, es sustentable si es capaz de crear sistemas tecnológicos abiertos que permitan utilizar los desechos de la producción, para obtener otras producciones y utilizar los minerales acompañantes. Es habitual en las empresas mineras, la deposición de los desechos en escombreras o en sumideros que se saturan rápidamente y que por sus características se sitúan al aire libre y se convierten en una peligrosa fuente de contaminación ambiental.

Esta situación se puede resolver únicamente si en el diseño original, basado en el conocimiento real del yacimiento se tiene en cuenta la tecnología que se va a utilizar de acuerdo con las características concretas de ese objeto. La tecnología, si el que la utiliza es capaz de mantener un determinado nivel de calidad del medio ambiente y dejar un espacio para la utilización de otras tecnologías para la explotación de los minerales acompañantes, es un elemento esencial para lograr un determinado nivel de compensación por la utilización de recursos no - renovables.

Las tecnologías flexibles están llamadas a imponerse en el sector minero porque sencillamente no resulta sustentable diseñar una fábrica para explotar un solo mineral. La existencia de escombros producidos como consecuencia de los sistemas productivos actuales es una muestra de ineficiencia tecnológica y de una seria amenaza para el medio ambiente. Esos escombros contienen otros minerales que no se pueden aprovechar actualmente y que como consecuencia de los agentes naturales valorados en los primeros capítulos, son víctimas de la erosión y se constituyen en fuente de contaminación.

La tecnología en el proceso productivo expresa una relación del tipo sujeto - objeto, en la cual el sujeto lo constituye el hombre y el conjunto de relaciones sociales en las que se desarrolla

su vida económica como ser social, presentes en él como individuo y como representante de un grupo determinado. El objeto por su parte lo constituye la naturaleza vista en dos direcciones diferentes, la primera de ellas, como aquella porción que interactúa directamente con el hombre en el proceso productivo y sobre la cual actúa una tecnología de producción específica. La segunda porción de la naturaleza a la que nos referimos no interactúa directamente con el hombre, sobre ella no se dirige trabajo humano alguno, en cambio, recibe las influencias negativas de la utilización de tecnologías agresoras del medio ambiente.

Estas influencias, conocidas como impactos ambientales, expresan la lógica del desarrollo histórico de la humanidad en cada una de sus fases de evolución. Estos impactos se evalúan a partir del uso de una tecnología, la cual expresa el grado de dominio del hombre sobre la naturaleza y a la vez su compromiso con ésta en la misma medida que resulte sustentable o no. Para evaluar cómo una tecnología es capaz de propiciar un marco favorable para la protección de la naturaleza, siguiendo la lógica de este trabajo, es suficiente con valorar su capacidad de propiciar la creación de los espacios artificiales a los que nos referimos en el Capítulo I y a la protección de los naturales a saber por su nivel de generación de impactos negativos y positivos.

Al analizar la lógica interna de funcionamiento de la sociedad, se puede plantear que el uso de una u otra tecnología en la explotación de un recurso natural depende de los actores sociales que diseñan las políticas económicas. El empleo de una tecnología más o menos ecológica depende de la orientación que tome su organismo económico y su racionalidad está diseñada según esta lógica de funcionamiento por categorías claves como eficiencia, ganancia, distribución, cambio y consumo.

La tecnología, en caso de presentar una orientación ecológica, contribuye a garantizar una explotación de los recursos que permita una regeneración adecuada de los mismos. Por otra parte, el empleo de tecnologías modernas permite crear materias primas artificiales las cuales sustituyen las naturales en el proceso de producción. Esto facilita la protección de innumerables recursos, especialmente cuando existen restricciones legales, lo cual contribuye al proceso de regeneración natural al no estar sometidos a los niveles de sobre - explotación actual.

La **factibilidad económica** es otro de los indicadores que proponemos para determinar la sustentabilidad de los recursos minerales. En primer lugar, es preciso señalar que la explotación de un yacimiento, tomando este indicador como referencia, sería sustentable si reporta ganancias netas con relación a los activos fijos empleados en su ejecución. En estos

activos se incluyen los ambientales, aunque no se pueda expresar cuantitativamente el valor de los recursos naturales. Es decir, la empresa tiene que generar un margen de ganancias, tomando como referencia el mercado, capaz de reproducir todos sus activos e internalizar las externalidades ambientales.

Lo anterior significa que en los planes de producción de las empresas tiene que estar incluida la variante ambiental. En la legislación cubana actual ésto constituye una obligatoriedad. En segundo lugar, es imprescindible señalar que como la factibilidad económica depende de los vaivenes del mercado, cualquier empresa minera debe ser flexible de acuerdo a estas circunstancias como para encontrar producciones alternativas que compensen las pérdidas cuando bajen los precios o cuando disminuye la demanda.

Estas compensaciones se pueden lograr a través de las vías clásicas, una de ellas sería disminuyendo los costos de producción y otra elevando la calidad del producto final lo cual lo haría más competitivo en el mercado. Sin embargo, lo más económico sería poseer tecnologías flexibles que permitan a los productores adaptarse a las exigencias del mercado, las que pueden variar en dependencia de los factores externos tales como el aumento de la demanda, la elevación de los precios, crisis de los productores tradicionales, etc.

La estrategia cuando ocurre cualquier alteración entre los diferentes mecanismos del mercado que actúan como reguladores de la producción, sería según lo exigen las circunstancias encontrar minerales sustitutos o yacimientos complementarios si disminuye la demanda o como consecuencias de un aumento de las mismas se agotan las reservas. Estas respuestas solamente se pueden dar cuando existe un profundo conocimiento minero - geológico y las tecnologías existentes por su flexibilidad permiten las llamadas reconversiones industriales. En el indicador de factibilidad económica los estudios de mercado, con carácter anticipatorio, son de gran importancia pues permiten con antelación poseer un diagnóstico de cómo se comportará la demanda y los consumidores potenciales.

El **conocimiento de los derivados** se convierte en un indicador de primer orden para lograr la factibilidad económica, de ahí la imperiosa necesidad de conocer anticipadamente cuáles serán los que ocasionará una actividad minera y la urgencia de encontrar las vías para venderlos como materia prima o preservarlo de la acción de los agentes erosivos del medio ambiente. En la actualidad la gestión de los derivados forma parte de la estrategia general de las empresas mineras (Espí, 1999).

La idea del manejo integral de los derivados se relaciona directamente con el empleo de una determinada tecnología de minado y de procesamiento metalúrgico. Es decir, la existencia de los derivados depende de estos factores, los cuales se pueden minimizar o maximizar de acuerdo al contexto socio – histórico donde se encuentre enclavada la industria. La reconversión industrial por la que abogan los representantes de los países industrializados es prácticamente imposible para las naciones en vía de desarrollo.

Un importante indicador lo constituye **la integración de los recursos a su medio** que constituye la columna vertebral de la compensación que la sociedad puede lograr en su desarrollo con relación a la explotación de los recursos minerales. El problema en cuestión se relaciona en cómo lograr la reinserción de los residuos al entorno, ésto no se trata de la ubicación de los mismos en las escombreras, sino de la reintegración gradual y sistemática al medio de donde proceden. Lógicamente, esta integración es artificial teniendo en cuenta que después de ser procesados los minerales pierden un alto por ciento de sus características iniciales, sin embargo, estas transformaciones no se pueden considerar tan profundas como para no permitir la reinserción al medio (Espí, 1999).

La **determinación de las actividades alternativas** es un indicador que complementa toda la tesis que defendemos con relación a la actividad minera y la posibilidad de la existencia de un tipo de desarrollo que proteja el medio ambiente. Los gobiernos y los empresarios están obligados a conocer qué tipo de actividad desempeñará el personal empleado en las minas una vez agotados los recursos en un yacimiento. Los recursos humanos deben poseer la suficiente calificación como para asumir otros puestos laborales en empresas similares por tecnología o diferentes. En la estrategia general de la empresa, en lo referido a la formación de los trabajadores hay que privilegiar la capacitación de perfil amplio y la utilización de tecnologías flexibles que permitan ese tipo de superación.

La **evolución de los sumideros** se convierte en un importante indicador a tener en cuenta en nuestro caso, porque el desarrollo sustentable no puede incluir únicamente a la fuente de los recursos, sino que es muy importante valorar el lugar de los sumideros.

La naturaleza posee una capacidad determinada de reciclar las materias extrañas que el hombre con su actividad lanza a los diferentes ecosistemas. Esa función también es limitada, contrariamente al criterio de los desarrollistas acerca de su carácter ilimitado. Estos desechos necesitan de un tiempo para ser reciclados, en dependencia del nivel de los mismos y de la posibilidad del ecosistema para asimilarlos. Si el nivel es superior al que puede asimilar la

naturaleza, se rompe el equilibrio natural y la saturación del sumidero rompe el equilibrio de los ecosistemas situados en la misma cadena.

En el caso de los desechos minerales, después de los diferentes procesos metalúrgicos donde aparecen solos o en aleaciones, el tiempo de asimilación por parte de la naturaleza es largo. El problema de la sustentabilidad de los minerales no está únicamente en su producción, sino en su uso y reciclaje. En este caso, tenemos que tener en cuenta que el uso depende de los clientes y el reciclaje de las instituciones especializadas.

El sumidero cumple una doble función, como destino final de los desechos sociales y de las producciones de las industrias. En el caso de los desechos de la población, una importante función, en su reciclaje, pudiera desempeñar la educación ambiental comunitaria mediante la cual se podrían crear valores en la población, especialmente en los sectores residenciales vinculados con la generación de desechos de origen mineral.

En el caso concreto de las industrias mineras los desechos de la producción tienen que constituir una preocupación permanente en los diferentes esquemas productivos. Ellos constituyen una fuente permanente de contaminación ambiental y a largo plazo una pérdida de materias primas para futuros procesos productivos dentro de las empresas.

Los **indicadores legales** constituyen un indicador imprescindible de sustentabilidad. Una actividad no puede aprobarse si viola los principios legales que la sociedad ha establecido como válidos para ser cumplidos en una determinada región. Es preciso cumplir con rigurosidad los mínimos admisibles para el caso de la emisión de desechos y respetar lo establecido por cada país y lo legislado internacionalmente.

Cada actividad económica y cada nación independiente poseen leyes que los inversionistas tienen que cumplir. Cuando estas leyes se violan se aplican multas severas con el consecuente daño económico para los infractores, de ahí la importancia de cumplir rigurosamente la legislación ambiental. En Cuba existe una de las legislaciones mineras más modernas del mundo, elaboradas por especialistas dedicados a la minería y otras especialidades afines a la actividad de explotación de los recursos mineros.

3. 4 Indicadores generales de sustentabilidad ambiental.

Los indicadores que se analizaron en el epígrafe anterior son insuficientes para evaluar la sustentabilidad de los recursos mineros, se hace imprescindible tener en cuenta un conjunto de indicadores que se utilizan en el ámbito mundial para otras actividades y que metodológicamente aportan todo lo necesario para evaluar la actividad minera en general y del níquel en particular. En este sentido sería importante dejar bien definido que la minería no solamente provoca impactos negativos, sino también que produce impactos positivos para la vida socioeconómica de la región y el país donde se desarrolla.

Un enfoque que asumimos en la valoración de los indicadores para evaluar la sustentabilidad aparece en el trabajo presentado por Dr. Américo Saldívar Valdés en el II Congreso Economía y Medio Ambiente celebrado en La Habana del 14 al 18 de junio de 1999. Aquí se expone una interesante metodología para evaluar la sustentabilidad en la ciudad de México. Éstos son agrupados en tres sistemas diferentes que como se apreciará más adelante guardan una estrecha relación con las dimensiones del desarrollo sustentable que se analizan en el trabajo del brasileño Roberto P. Guimaraes valorado en el capítulo I. Para el mexicano Saldívar la sustentabilidad se mide a partir de indicadores productivos, sociales y naturales, los cuales analizaremos a continuación.

Los **indicadores productivos** analizan el **Producto Interno Bruto (PIB)**, y dentro de éste la tasa de crecimiento y el PIB per capita. Estos indicadores dan una medida de la posible dedicación a la protección del medio ambiente por parte de los estados, a partir de la disponibilidad financiera de cada país. Se incluyen además, como indicadores dentro de este sistema, **la tasa de empleo, los gastos gubernamentales en protección ambiental, los gastos en salud, la intensidad de la energía eléctrica** y los **activos económicos y ambientales no productivos**.

Los **indicadores sociales**, van al análisis de cómo accede la población a las riquezas de que la sociedad dispone. Entre sus indicadores encontramos la **educación** que valora el elemento alfabetización y matriculación combinada. La **salud**, que incluye mortalidad infantil, médicos por habitantes, desnutrición en menores de 5 años y la esperanza de vida. Se incluye además, **disponibilidad de agua potable, disponibilidad de drenaje, disponibilidad de energía eléctrica y recolección de basura**. Como se aprecia a través de estos indicadores se trata del problema de la calidad de vida de la población y de las coberturas de salud y educación a las que se refiere el desarrollo sustentable.

Los **indicadores naturales**, por su parte van a la dimensión ecológica del desarrollo sustentable, lo cual se puede apreciar cuando analizamos sus indicadores. Éstos se definen como **agua** que incluye uso intensivo, suministro, uso eficiente y tratamiento de calidad, **la calidad del aire, y el suelo** donde se incluye deforestación, erosión, superficie cultivable, áreas verdes y áreas protegidas. La **basura** es otro criterio donde se mide la producción per capita, reciclaje de papel y de vidrio. Y finalmente, un último indicador **especies en extinción**, para el cual, el autor mide aves y mamíferos.

Entre los indicadores naturales que otros autores llaman **indicadores ambientales** la **calidad de las aguas superficiales** es una condición indispensable para el logro del desarrollo sustentable. La existencia de abundante agua limpia es indispensable para el mantenimiento de las diferentes formas de vida, de los hombres y de los animales, así como las plantas y los microorganismos. Además la existencia de fuentes seguras de agua es vital para la producción de alimentos y para otras actividades económicas de ellas la minería demanda de grandes cantidades. El agua, por otra parte es indispensable para todas las actividades humanas entre estas las domésticas y las relacionadas con la recreación, especialmente para las actividades del turismo. En los países en vía de desarrollo un indicador de medida de gran utilidad puede ser la cobertura de agua potable por acueductos.

La **calidad del aire y el suelo** es un indicador que permite establecer hasta dónde puede un país determinado llegar en la búsqueda de la sustentabilidad, en tanto el suelo y el aire constituyen dos de los sumideros más importantes para los desechos que producen las actividades humanas. Además, el suelo constituye el área vital para el desarrollo de las actividades económicas de producción de alimentos agrícolas. De ahí, que sea imprescindible tener en cuenta dentro de este indicador, la *superficie de tierra erosionada y los terrenos áridos y semiáridos* donde desarrollar la agricultura. Estas actividades además demandan de una alta presencia de fuerza de trabajo empleada y es vital para eliminar el desempleo, principalmente en los países en vía de desarrollo.

Por otra parte, “para que exista la mayoría de las especies de plantas y animales salvajes que estabilizan los agrosistemas, es necesaria cierta heterogeneidad de condiciones naturales. Áreas arboladas no labradas, áreas con hierba que no se corta y con montones de cantos, cercas vivas, franjas de tierra no cultivadas, bordes de caminos poblados con arbustos y hierbas, todas estas islas de la tierra virgen resultan ser no sólo islotes de salvamento para muchas especies de animales, sino también, sirven de punta de lanza para atacar a las especies que hacen daño a la cosecha. Aquí pueden conservarse los nidos de aves (por ejemplo, perdices y codornices), pueden nidificar himenópteros que son

importantes polinizadores de plantas de nuestros campos y prados (cerca del 80% de plantas en la tierra necesitan ser fecundadas por insectos)” (Yablokov & Ostrumov, 1989:155-156). Como se puede apreciar en el fragmento anterior para la estabilidad de los ecosistemas naturales y del medio ambiente se precisa del mantenimiento de condiciones ecológicas sanas en las cuales una gran influencia poseen la calidad del aire y del suelo.

El indicador **basura** también considerado por otros autores como **tratamiento de residuales domésticos** es importante para el logro de la sustentabilidad porque éste demuestra el nivel de gestión comunitario en la búsqueda de lo sustentable en tanto los residuales actuales producen altos niveles de contaminación por la diversidad de materias primas artificiales que utilizan las industrias modernas. Muchos productos actuales demoran años en ser reciclados por la naturaleza produciendo serios daños en los ecosistemas naturales donde se insertan, en los que cambian; incluso; la composición de las especies y microorganismos vivientes de las áreas donde se depositan los residuales.

En el caso de las **especies en extinción** se debe incluir dentro de este indicador, la **presencia de especies extrañas**, el que sirve para determinar hasta dónde se protege la biota autóctona de una región tanto por la introducción de animales de otros países, de otras regiones dentro del mismo país, así como por la liberación hacia los espacios naturales de los producidos por manipulaciones genéticas. Estos al intervenir en espacios biológicos ajenos, se convierten en una amenaza para la supervivencia de las especies nativas desequilibrando, en numerosas ocasiones, los ecosistemas de los espacios referidos. Por otra parte, los ejemplares modificados por la biotecnología son genéticamente fuertes y resistentes a las agresiones del medio, lo cual les permite un mayor nivel de supervivencia y terminan imponiendo sus ritmos de vida. Así se desplazan las especies nativas, y se altera la composición genética de las especies vivas, condición indispensable para el logro de la sustentabilidad.

Otros indicadores naturales resultan también de gran utilidad para medir la incidencia de las actividades humanas en el logro de la sustentabilidad. Estos serían: **niveles de contaminantes en la biota, niveles de estabilidad de los recursos renovables, presencia de especies marinas en los ecosistemas, áreas dedicadas a la protección de especies naturales, áreas boscosas y reservas forestales y la emisión de gases de invernadero.**

La biota (organismos vivos) es un elemento indispensable en la sustentabilidad ambiental, de ahí la necesidad de mantenerla limpia de contaminantes. Estos organismos pueden contaminarse por diferentes vías, ingiriendo agua y alimentos contaminados con sustancias

tóxicas, respirando aire nocivo o viviendo en diferentes espacios de agua infectada. La contaminación de la biota se manifiesta en las diferentes alteraciones del metabolismo o de los procesos endocrinos de las diferentes especies, así como en el cambio repentino de los niveles de reproducción o en la aparición de alteraciones de algunas células que conducen a manifestaciones cancerígenas. La contaminación de la biota de la superficie terrestre, de agua dulce o de los organismos marinos es un indicador natural de los impactos de las actividades humanas sobre estos ecosistemas y una alerta de hasta donde las actividades del hombre pueden afectarlo como representante de una especie biológica diferente. Por todas estas causas, los **niveles de contaminación de la biota** son un indicador de primer orden en la determinación de la sustentabilidad.

La explotación de los **recursos renovables** es uno de los presupuestos del desarrollo sustentable, de ahí que sea imprescindible conocer los **niveles de estabilidad** en el uso de dichos recursos. Como consecuencia de la explotación irracional de los recursos renovables se agotan los ciclos reproductivos naturales de los mismos, ganando la categoría de no – renovables. Aunque es prácticamente imposible poder medir los niveles en la extracción de un recurso de dicha categoría en comparación con los ciclos naturales de reposición, porque aún no existen los instrumentos necesarios, es imprescindible establecer algunas normas que pongan barreras al uso inconmensurable de los mismos.

Para alcanzar la sustentabilidad en el ámbito planetario y en los países ribereños, especialmente en las islas, la **presencia de especies marinas en los ecosistemas** es un indicador que puede mostrar hasta donde las actividades humanas han afectado la diversidad biológica a diferentes niveles. Estos impactos encuentran en el mar una zona de reflejo ideal que puede ser medida por la desaparición de representantes tradicionales que habitaban los diferentes mares, a partir de las mutaciones en los diferentes animales o en los niveles de captura de peces.

La pesca es una de las actividades económicas basadas en el uso de recursos renovables de la cual dependen millones de seres humanos en los países periféricos y una de las industrias más lucrativas de las grandes transnacionales productoras de conservas y diferentes productos del mar. Esta situación ha provocado la extinción de numerosas especies y la colocación de otras en los registros de animales en peligro de extinción.

Estos indicadores que se tuvieron en cuenta para la sustentabilidad de la ciudad de México se asumen como válidos para medir la sustentabilidad, partiendo de la idea que el desarrollo sustentable es de un tipo que solamente se puede medir en la integralidad de todas sus

dimensiones. De ahí que nos parezcan insuficiente estos indicadores y consideramos que es necesario incluir otros, que a partir de este momento comenzaremos a llamar **indicadores políticos**, continuando la metodología del Dr. Saldívar.

En nuestra opinión los **indicadores políticos** deben tener en cuenta la participación de la población en los órganos de poder, entendida ésta como la capacidad real de los individuos de participar de manera consciente y efectiva en la toma de decisiones que se relacionen con su vida socioeconómica. Por estas razones, los aspectos a medir aquí serían: población con derecho al voto, participación en las elecciones, abstencionismo, boletas en blanco, diputados por habitantes en el parlamento y mujeres en los órganos de poder.

Es decisivo para la comprensión de este indicador definir qué se entiende por **participación real, consciente y efectiva** de la población en las decisiones ambientales comunitarias. Este proceso es necesario verlo como la participación de la comunidad en la toma de decisiones de forma activa, con conocimiento de causas. Esto significa conocer todos los elementos implicados en los proyectos ambientales que se relacionan con su vida socio - económica con pleno dominio de los elementos técnicos – productivos, relacionados con éstos y los jurídicos llegando al conocimiento de los términos en que se aprobó el proyecto y todo lo relacionado con los derechos de los participantes. Este indicador va más allá de las llamadas evaluaciones de impactos de las auditorías ambientales, aquí se trata de un proceso participativo real a partir que se tome en cuenta a la población no como objeto, sino como sujeto.

3.5 El concepto desarrollo sustentable para la minería.

Los conceptos, si constituyen un reflejo acertado de la realidad, se convierten en un arma metodológica importante para su transformación. Tal es el caso del concepto modo de producción, donde se define que el hombre es el elemento decisivo de las fuerzas productivas de la sociedad el cual en su actividad socioeconómica, ocasiona cambios importantes en la naturaleza y como consecuencia de estas alteraciones en el intercambio de sustancias en los geosistemas naturales. Esta relación de intercambio no es pasiva, la naturaleza es fuente de recursos para el hombre, pero a la vez actúa como hábitat, de ahí que las alteraciones en la naturaleza se conviertan en una fuente de riesgos para la propia existencia humana.

La demanda de minerales ha crecido sostenidamente desde el descubrimiento de los metales hasta la actualidad, a pesar de haber descendido la producción mundial en algunos

períodos históricos. Ésto ha llevado a que hoy se hable del agotamiento de los recursos no renovables, dónde se encuentran los minerales y de una sobre - explotación de los renovables que los convierte en no – renovables. Sobre el particular *Paskang, K.* en su libro *Protección y transformación de la naturaleza* afirma: “Ha surgido una amenaza real de consumo total no solo de recursos no renovables, sino de los renovables. En la demanda total de recursos renovables se eliminan las posibilidades para su autorrestablecimiento. Por eso, para mantener inagotables las fuentes de materias primas, es necesaria una reproducción ampliada y compleja de recursos renovables. Ésto se logra con la **transformación de la naturaleza**. Por consiguiente, la transformación de la naturaleza debe convertirse en premisa de su protección” (Paskang, 1983:2).

Aquí se introduce un concepto que es clave para la conformación de la tesis que defendemos para la explotación de los recursos minerales, nos referimos al término transformación de la naturaleza. Para comprender este concepto es necesario acudir a la dialéctica donde se plantea con claridad que cualquier transformación de la naturaleza implica un cambio en ésta, “pero no siempre cualquier cambio es una transformación” (Paskang, 1983:2). Las transformaciones suponen cambios en las cualidades de la naturaleza en el sentido positivo, es decir, presupone un salto progresivo en el desarrollo de la misma. Paskang lo define de la siguiente forma: “Solo los cambios orientados, como resultado de los cuales ocurre un mejoramiento de las cualidades ecológicas de los geosistemas naturales y el aumento de su productividad, pertenecen a los transformadores” (Paskang, 1983:2). Éstos constituyen cambios donde el hombre a través de su actividad creadora realiza aportes a los geosistemas como una forma de transformación positiva.

Por **geosistema** entendemos “un sistema espacio – temporal, una organización espacial compleja y abierta, formada por la interacción entre componentes o elementos físicos (estructura geológica, relieve, clima, suelos, aguas superficiales y subterráneas, vegetación y fauna), que pueden en diferentes grados ser transformados o modificados por la actividad humana” (Mateo, 2000:722-723).

La protección de la naturaleza debe regirse por este principio que supone la toma de decisiones apropiadas para protegerla de los impactos negativos que la actividad humana le ocasiona. Entre las medidas que se toman para proteger la naturaleza un lugar importante lo ocupa el principio de la concepción de la naturaleza como **geoequivalentes**. Como se conoce en el proceso de actividad socioeconómica, el hombre extrae las sustancias y utiliza la energía distribuyéndola entre los diferentes geosistemas naturales, no siempre de forma racional para el intercambio biológico y la rotación de las sustancias. Con regularidad, esta

distribución no tiene en cuenta los ciclos naturales de los diferentes complejos de la naturaleza ocasionando su degradación y extinción (Paskang, 1983).

Para proteger los diferentes complejos naturales de la destrucción es necesario llevar a cabo un retorno equivalente de las sustancias y la energía, que el hombre toma de la naturaleza. Es decir, si el hombre no busca los medios necesarios para restituir la energía que utiliza en los diferentes procesos socio – económicos, sencillamente estará condenando a la naturaleza a su destrucción en la misma medida que altera los procesos normales de intercambio de energía. “Cualquier transformación de la naturaleza y explotación económica de sus riquezas, debe estructurarse teniendo en cuenta los **geoequivalentes**, para determinar las dimensiones y los métodos de compensación de aquellos elementos que serán tomados de los geosistemas naturales en calidad de recursos” (Paskang, 1983:3).

La lógica expuesta a partir de la mencionada obra del científico ruso contradice cualquier pretensión de alcanzar el desarrollo sustentable más allá de una compensación a la naturaleza por las irregularidades en el proceso de intercambio de energía entre los diferentes geosistemas. El desarrollo sustentable en sus tesis privilegia la satisfacción de las necesidades humanas y el mantenimiento de un determinado nivel de recursos naturales para las necesidades de las generaciones futuras. Si se concibe a la sociedad, a partir del criterio marxista, en forma de sistema es perfectamente comprensible que un organismo como el medio ambiente ha de ser estudiado como un todo, en el cual, cada una de sus partes es, en virtud de la concatenación universal, condición indispensable para la existencia de la otra. Si se comprende el desarrollo como mantenimiento de las condiciones biofísica de una parte de ese sistema en su forma original o transformada la sustentabilidad es posible únicamente si los procesos productivos permiten reutilizar los bienes que se le extraen a la naturaleza en servicio de la sociedad y de ella misma.

En nuestra opinión el hombre no tiene posibilidad de vivir en armonía con la naturaleza desde el punto de vista que sus acciones, independientemente del empeño que ponga la sociedad en proteger su medio ambiente, ocasionarán daños que son irreversibles para las generaciones actuales y los diferentes ecosistemas del planeta. Esta armonía es totalmente relativa, es figurada por el hombre, que es en definitiva quien determina los parámetros mediante los cuales decidirá hasta dónde una acción es nociva para un ecosistema determinado. Estos parámetros que frecuentemente reciben el nombre de **mínimos admisibles** se determinan siguiendo la observación del comportamiento de la naturaleza y especialmente a escala de laboratorio. Aquí, por ejemplo, no se tiene en cuenta que no todas

las especies, ni los individuos de una misma especie responden de forma idéntica a los diferentes estímulos procedentes de las actividades humanas.

Estos elementos, en sentido general, propenden la idea de un nuevo concepto de desarrollo, que se adecue más a las condiciones específicas de cada actividad económica y en el caso concreto de la minería sugiere una conceptualización que refleje los elementos propios de una muy específica como resulta ser la explotación de los recursos no – renovables. En esta dirección nuestra propuesta es la de manejar el concepto **desarrollo compensado**, el cual puede dar una visión más clara de qué tipo de relación se establece entre el hombre y la naturaleza para este tipo de actividad.

El **desarrollo compensado** propone un modelo dirigido a compensar de forma racional los impactos que una actividad socio – productiva ocasiona sobre el medio ambiente, sin menguar la capacidad del hombre de satisfacer sus necesidades. Es un modelo dirigido a privilegiar la capacidad colectiva de asegurar las necesidades materiales y espirituales de la sociedad, creando las condiciones necesarias para desarrollar un sistema de valores sustentado por instituciones protectoras del medio ambiente.

Este tipo de desarrollo llama al análisis de las condiciones materiales y culturales en que se produce la explotación del recurso centrando su atención en las singularidades del propio recurso. Los minerales son recursos no renovables que producen ganancias considerables, según el tipo de mineral y las tendencias internacionales, en los precios del mercado, en el momento de su comercialización, es decir, a corto plazo. El reciclaje que es una actividad posterior, no entra dentro de la estrategia del productor, que además, no es quien se ocupa de esta parte del proceso.

Por sus características naturales y por su forma de explotación y comercialización el país que posee el recurso una vez comercializado solamente se queda con los beneficios financieros de ahí que se vea obligado a repetir el ciclo productivo para volver a obtener ganancias. Pierde los activos ambientales independientemente que se quede con las instalaciones, las que, si bien forman parte de su capital una vez agotado el recurso para utilizarlas en otros procesos productivos, se precisa de la reconversión industrial. Estas singularidades del proceso de explotación de los minerales precisa que para lograr una compensación en el proceso productivo se genere un margen de ganancias que permita dedicar parte de la producción a crear actividades productivas alternativas que solamente compensarían los daños que se les ocasionan a la naturaleza, jamás se llegarían a restablecer las condiciones naturales existentes en el momento de iniciarse la explotación del recurso.

En el caso concreto de los minerales, los impactos negativos de la producción sobre el medio ambiente, sugieren asimilar la idea del desarrollo compensado, en tanto la rehabilitación de las zonas minadas no puede más que eso, rehabilitar, en otras palabras; compensar. La rehabilitación es un proceso que va dirigido a restablecer las condiciones ambientales existentes en las áreas minadas lo cual, en el caso de los minerales es prácticamente imposible. Como se analizó en el capítulo II los suelos lateríticos poseen características especiales y la flora y fauna existentes en ellos es típica de los mismos por lo que el restablecimiento de dichas condiciones es casi una utopía. La minería si se acatan los postulados del desarrollo sustentable, como se ha valorado en este trabajo, es una actividad no sustentable.

Es evidente que en la dimensión eco – ambiental, la explotación minera, entendida ésta como “conjunto de operaciones, obras, trabajos y labores mineras destinado a la preparación y desarrollo del yacimiento y a la extracción y transportación de los minerales” (Ley de minas, 1995:34), es no sustentable. Es impensable, en una actividad como la minería esperar a que la tasa de utilización del recurso sea equivalente a la tasa de recomposición del mismo en el proceso productivo. Por otra parte, la relación tasa de emisión de desechos – tasa de regeneración, es sencillamente inoperante en el caso de la minería.

Todo lo planteado anteriormente, sin embargo, no significa que la minería es una actividad dañina para el hombre en todas sus manifestaciones, ella produce impactos positivos que indudablemente compensan los negativos a escala social y los cuales es necesario ver en su interrelación dialéctica con todos los elementos del medio ambiente. En esta dirección consideramos que el concepto medio ambiente que aparece en la **Ley del Medio Ambiente** de la República de Cuba da la percepción del tipo de desarrollo compensado a que nos estamos refiriendo en el presente epígrafe. Por medio ambiente se entiende en la mencionada Ley al “sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades” (Ley de Medio Ambiente, 1997:47).

La utilización del medio ambiente se subordina a la satisfacción de las necesidades humanas por parte del hombre actual, del hombre concreto que forma parte de un sistema en el cual interactúa con otros elementos que se condicionan mutuamente. La enajenación de uno de esos elementos irremediablemente traerá consecuencias muy negativas para los demás integrantes del sistema lo que presupone la necesidad de, cuando ésto ocurre, que aparezcan medidas correctivas que compensen los desequilibrios.

Finalmente, el *desarrollo compensado*, es el tipo de desarrollo que va dirigido a compensar los impactos que ocasione cualquiera de los elementos del medio ambiente sobre otro. Esta compensación significa aporte por parte del hombre a los ecosistemas que degrada con sus actividades económicas, conociendo que no podrá devolverle a los mismos con los geoequivalentes sus características iniciales, ni se podrán conocer los niveles necesarios para compensar los sistemas con los cuales interactúan los impactados directamente. Este proceso tiene como premisa principal, la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales tomando como referencia los indicadores establecidos por el hombre.

Resumiendo, podemos decir que la minería es una actividad no sustentable si se aceptan como válidos los presupuestos teóricos del concepto desarrollo sustentable propuesto en el Informe "Nuestro Futuro Común" por la "Comisión Brundtland". Los indicadores de sustentabilidad que se proponen en la Tesis constituyen herramientas ineludibles para determinar los niveles de sustentabilidad en la minería. Ellos ofrecen una metodología para otorgarles valores numéricos a cada indicador y a partir de aquí evaluar los niveles de degradación ambiental existentes en todos los sectores vinculados con esta actividad económica.

Las actividades minera y para mineras poseen características especiales, de ahí la necesidad de poseer un concepto diferente, alternativo para evaluar la sustentabilidad, lo cual no significa negar el concepto desarrollo sustentable y considerarlo algo estático e inoperante. El problema consiste en adaptarlo a las condiciones concretas de la minería para lo que se ofrece un nuevo concepto.

CONCLUSIONES

- ◆ El desarrollo sustentable, en su forma clásica, es una elaboración teórica que no responde a los intereses de los países en vía de desarrollo. Se trata de una definición ahistórica, que desconoce las singularidades de las culturas nacionales de los diferentes países y que no tiene en cuenta los modelos socio – económicos en sus proposiciones metodológicas. Es un tratamiento típicamente del primer mundo que surgió a partir de las preocupaciones de las naciones industrializadas.
- ◆ La sustentabilidad se materializa en sus dimensiones ecológicas y ambientales, pero no hay posibilidad alguna de lograr la sustentabilidad si ésta no incluye las dimensiones políticas y sociales. Éste tiene que ser un modelo que privilegie al hombre y parta del respeto a las identidades nacionales. El mantenimiento de las tradiciones culturales debe ser una premisa indispensable para el logro de la sustentabilidad. El respeto a los “modos de producción” de las diversas identidades nacionales del planeta debe constituir un paradigma para la sustentabilidad. Estos elementos no están presentes en este modelo.
- ◆ La sustentabilidad no se puede medir a partir de criterios cuantitativos. Los impactos de una actividad económica sobre los diferentes ecosistemas hacia donde se evacuan los residuales no son mensurables. El mercado no es un criterio válido para establecer un determinado conjunto de cifras, los efectos negativos de un residual sobre los diferentes ecosistemas vinculados al área impactada pueden durar miles de años y ésto no es posible medirlo.
- ◆ Si se aceptan como válidos los presupuestos teóricos de la sustentabilidad la explotación de los recursos no – renovables es no sustentable. Tal es el caso de la minería donde se explotan recursos con estas características. Es imprescindible lograr el establecimiento de criterios que sirvan de base a instituciones y grupos sociales para el establecimiento de una gestión integral en el manejo de estos recursos que parta de la preparación del factor humano como decisivo en el enfrentamiento de las actividades alternativas que surgirán como consecuencia del agotamiento de estos recursos.
- ◆ En la relación del hombre con la naturaleza, para el caso específico de los recursos minerales solamente es posible hablar de compensación por los daños que el hombre ocasiona a la naturaleza. De ahí que el concepto que proponemos sea precisamente el **desarrollo compensado**. En este modelo se privilegia la utilización de los recursos naturales por las generaciones actuales, en búsqueda de alternativas que generen

nuevas riquezas que permitan crear condiciones para compensar los daños que se les ocasionan a la naturaleza en particular y al medio ambiente en sentido general.

- ◆ La idea de la compensación tiene que tener en cuenta inevitablemente el problema del tratamiento de los residuales de las industrias y de las diferentes actividades socioeconómicas. Ésto hace imprescindible que exista una gestión planificada del tratamiento de los residuales si se pretende alcanzar un modelo de desarrollo compensado. En este sentido por el carácter social global de los problemas ambientales es aconsejable la cooperación internacional para el manejo de los residuos.

- ◆ La industria cubana del níquel es de la que mayores residuos industriales genera y hoy no existe una política del tratamiento de los mismos. La reconversión industrial que es la idea que proponen los países industrializados no es posible asumirla desde las naciones en vía de desarrollo, en las condiciones actuales.

RECOMENDACIONES

Por la importancia que posee esta investigación para los estudios de ciencia – tecnología – sociedad que se desarrollan en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMM) recomendamos:

- ❖ Realizar una búsqueda bibliográfica de mayor rigor en la literatura existente sobre minería que permita fundamentar con nuevos elementos el concepto **desarrollo compensado** que se propone para la minería.
- ❖ Coordinar con las instituciones científicas y administrativas del municipio Moa el análisis de la estrategia existente para el logro del desarrollo sustentable en el territorio, realizando las correcciones necesarias para hacerla viable.
- ❖ Contactar con especialistas de diversas especialidades del mundo la formación de un Equipo de Investigación Multidisciplinario Internacional para la determinación de los criterios de desarrollo sustentable en la minería. Priorizar los países de América Latina y los insulares.
- ❖ Centrar en el ISMM todas las investigaciones que se realicen sobre la determinación de la sustentabilidad en las islas considerando el potencial científico que posee esta institución de especialistas en minería, geología y metalurgia.
- ❖ Garantizar la presencia en los equipos de investigación que logren formarse de especialistas de las ciencias sociales que faciliten un análisis más amplio de los elementos socio – psicológicos, culturales y económicos de la sustentabilidad.
- ❖ Exponer los resultados de esta investigación en las empresas de la Unión del níquel con el propósito de promover una cultura de la sustentabilidad entre los diferentes actores de esta entidad.
- ❖ Contactar con los organismos internacionales de minería la asesoría especializada para la continuación de esta investigación buscando la colaboración de especialistas de prestigio internacional en las diferentes instituciones que se dedican a estas temáticas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Acidification and Artic Haze. <http://www.amap.no/assess/soaer9.htm> 6/7/2000.
2. Acosta, J. Una bioética sustentable para un desarrollo sostenible. En: Fung, T., Delgado, C. (Editores). La Habana: Ed. CENIC, 1996. p.35-44
3. Action urged on high nickel levels in Noumea.
<ftp://ftp.alternatives.com/library/envpr/wno30.2> 7/25/1999.
4. Arana, M., Valdés, R. Tecnología apropiada: concepción para una cultura. En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.19-30.
5. Arbelaez, F., Ho, L. Comercio y Medio Ambiente. Planificación y Desarrollo (Colombia), Vol.XXV, No.1, p.51-58, 1994.
6. Artic pollution issues: A state of the Artic Environment Report.
<http://www.grida.no/amap/assess/soaer-cn.htm>. 6/6/2000.
7. Aspectos económicos del desarrollo sostenible en Venezuela.
<http://Agenda21-Venezuela.htm> 1/23/01
8. Baró, S. El desarrollo sostenible: desafío para la humanidad. Economía y desarrollo (La Habana), No.1, Vol.119, p.123-140, 1996.
9. Basalla, G. La evolución de la tecnología. Barcelona: Ed. Crítica, 1991. 284 p.
10. Benton, T. Introducción a: "La segunda contradicción del capitalismo" de James O'Connor. Revista Internacional Marx Ahora (La Habana), No.3, p.151-158, 1997.
11. Betejtin, A. Curso de Mineralogía. 3ra edición. Moscú: Ed. Mir, 1977. 735 p.
12. Bidet, J. ¿Hay una ecología marxista?. Revista Internacional Marx Ahora (La Habana), No.2, p.103-117, 1996.
13. Brañes, R. El derecho ambiental en América Latina: evolución y tendencias. En Taller sobre implementación jurídica del Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, 1995 (Copia Xerox).
14. Cabanzo, F. Algunas reflexiones alrededor del perfil del planificador y gestor urbano o regional en América Latina. Ambiente y Desarrollo (Colombia), Año 3, No.4 y 5, p.31-50, 1995.
15. Campbell, B. Canadian mining, interests and human rights in Africa in the context of globalization. <http://www.ichrdd.ca/PublicationsE/globAfrCamp.html> 8/26/1999.
16. Cendero, A. Indicadores del desarrollo sostenible para la toma de decisiones (Copia Xerox, datos incompletos).
17. Chomsky, N., Dietrich, H. La Sociedad Global. Educación, Mercado y Democracia.

- Cuba : Casa Editora Abril, 1997. 224 p.
18. Código Penal. ENPES, Santiago de Cuba, 1989.
 19. Comisión del Sur. Desafío para el Sur. 1ra edición. México: Fondo de Cultura Económica, 1991. 335 p.
 20. Constitución de la República. Gaceta Oficial de la República (La Habana), No.7, p.33-48, 1992.
 21. Cruz, C. et al. Pensar el ambiente. Temas (La Habana), No.3, p.70-87, 1995.
 22. Cuba Resolución 1-93 : De la protección de la capa de ozono. Gaceta Oficial de la República, La Habana, no.4, 1995.
 23. Cuba Resolución 1-96: Del Centro Nacional de Seguridad nuclear, la seguridad nuclear y la protección radiológica. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.51, 1996.
 24. Cuba, Resolución No. 87-96 : Reglamento para el cumplimiento de los compromisos contraídos por la República de Cuba en la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna silvestres. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.38, 1996.
 25. Cuba, Resolución No.130-95 : Reglamento para la Inspección Ambiental Estatal. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCIII, No.21, p.331-335, 1995.
 26. Cuba, Decreto 142 : Reglamento para el trabajo con sustancias radiactivas y otras fuentes de radiaciones ionizantes. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.17, 1988.
 27. Cuba, Decreto 194 : Creación de la Empresa mixta Moa Nickel S.A. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.19, 1994.
 28. Cuba, Decreto No. 199 : Contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hidráulicos. Gaceta Oficial de la República, La Habana, no.14, 1995.
 29. Cuba, Decreto-Ley 153 : De las regulaciones de la sanidad vegetal. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.11, 1994.
 30. Cuba, Ley 81 : Del medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCV, No.7, p.47-68, 1997.
 31. Cuba, Ley No.76 : Ley de Minas. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.3, 1995.
 32. Cuba, Ley No.77: Ley de Inversión Extranjera. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCIII, No.3, p.5-12, 1995.
 33. Cuba, Resolución 168-95 : Reglamento para la realización y aprobación de las evaluaciones de impacto ambiental y el otorgamiento de las licencias

- ambientales. Gaceta Oficial de la República (La Habana), Año XCIII, No. 26, p.407-413, 1995.
- 34.** Cuba, Resolución 2-93 : Grupo Nacional de Trabajo de Biodiversidad. Gaceta Oficial de la República (La Habana), No.4, 1995.
- 35.** Cuba, Resolución 6-94 : Creación del Centro de bioactivos marinos. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.7, 1994.
- 36.** Cuba, Resolución 6-96 : Reglas para el cobro del derecho de uso y el servicio de provisión de las aguas terrestres. Gaceta Oficial de la República, La Habana, 1996.
- 37.** Cuba, Resolución 9-97 : Reglamento de la Red Nacional de Vigilancia Radiológica Ambiental. Gaceta Oficial de la República, La Habana, No.4, 1997.
- 38.** Cuba, Resolución No.111-96: Regulaciones sobre la diversidad biológica. Gaceta Oficial de la República (La Habana), No.40, p.631-635, 1996.
- 39.** Daly, H. Ecological economics and sustainable development, En: Rossi, C., Tiezzi, E. Ecological Physical Chemistry, Proceedings of an International Workshop. The Netherlands: Elsevier Science Publishers B. V., 1990. p.185-201 (Copia en Xerox Completa).
- 40.** Diaz, J. El desarrollo científico-técnico y la interrelación sociedad – naturaleza. En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.169-177.
- 41.** Echeverría, J. Teletecnología, espacios de interacción y valores. En: López, J. A., et al. Temas de Iberoamérica. Filosofía de la Tecnología. España: OEI, 2001. p. 15/29.
- 42.** Environmental problems in the Barents Region.
<http://www.barentsinfo.fi/environm/03.htm> 6/5/2000.
- 43.** Environmental Surveillance from Satellites.
http://www.itek.norut.no/itek/jobs/projects/sur_sat.fm.html . 6/7/2000.
- 44.** Espí, J. Las políticas de un sector minero integrado con el desarrollo del país. Canteras y Explotaciones (España), Año XXXI, No.376, p.50-56, 1999.
- 45.** Espí, J. Los minerales como recurso natural. Tecno Ambiente (España), Año IX, No.89, p.37-41, 1999.
- 46.** ¿Es posible una minería sustentable?. <http://www.chilesustentable.net> 1/23/01
- 47.** Estevan, A. Adiós al tercer Mundo. Economía y Sociedad (España), No.5, p.9-38, 1991.
- 48.** García, E., González, J. Et al. Ciencia, Tecnología Sociedad: una aproximación Conceptual. España: Organización de Estados Iberoamericanos, 2001. 168 p.
- 49.** Gileni, G. El problema ambiental y los incentivos fiscales. Boletín de la Academia de Ciencias Políticas y Sociales (Venezuela), año LXXI, no.129, p.127-144,

- 1994.
50. Guardado, R., Carmenate, J. Evaluación ingeniero – geológica de las áreas con peligros y riesgos geoambientales de la ciudad de Moa. Minería y Geología (Moa), Vol.XIII, No.2, p.45-51, 1996.
 51. Guimaraes, R. El desarrollo sustentable: ¿ Propuesta alternativa o retórica neoliberal ?. EURE (Chile), vol. XX, no.61, p. 41-56, 1994.
 52. Guimaraes, R. Patrón de desarrollo y medio ambiente en Brasil. CEPAL (Chile), No.47, p.49-65, 1992.
 53. Guy, McCoy, S. Environmental aspects of revegetating toxic nickel mine waste in New Caledonia.
<http://coombs.anu.edu.au/Depts/RSPAS/RMAP/stephanab.htm>. 7/29/1999.
 54. Hackenberg, N. Eficacia de la política ambiental en América Latina. Desafíos, conceptos, problemas. Contribuciones (Argentina), Año XIII, No.1, p.83-102, 1996.
 55. Harvey, D. The nature of environment: the dialectics of social and environmental change. Forthcoming in The Socialist Register, 1993. (Copia en Xerox Completa)
 56. Heatcoate, I. Balancing economic development against indigenous values: Nickel Mining in Coastal Labrador. <http://www.prenhall.com/nebel/html/updates3.html>. 7/19/1999.
 57. Heavy metals. <http://www.grida.no/amac/assess/soaer7.htm>. 6/6/2000.
 58. Hempel, L. Sustainable Communities: from Vision to Action. EE.UU: Claremont Print & Copy Center, 1998. 37p.
 59. Herrero, J. Medio ambiente y desarrollo alternativo. Madrid: Edit. Iepala, 1989. 400 p.
 60. Hotspots in Russia. <http://www.snf.se/TRN/hotspots/russia.shtml>. 6/5/2000.
 61. Hurtado, G. Estudio de la influencia en el medio ambiente del sistema de generación de la empresa de Níquel Cmdte “Ernesto Che Guevara” de Moa y el Sistema de transmisión eléctrico adyacente. Moa, 1999. Tesis en Opción al Grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
 62. Hurtado, G., Fernández, E. Un acercamiento al tema de la contaminación atmosférica. Minería y Geología (Moa), Vol.XV, No.2, p.63-68, 1998.
 63. Ian Hore-Lacy. Sustainable Stewardship: A mineral Industry Perspective.
<http://www.uic.com.au/sustew.htm> 8/31/1999.
 64. Indicadores de sustentabilidad. <http://redes.org.uy/> 1/23/01
 65. Innovación tecnológica y desarrollo sustentable.

<http://temasdelcongresodeingenieriaysociedadaddelaacademiamexicanadeingenieria.htm>
1/23/01

66. International Nickel Study Group Homepage: The World of Nickel.
<http://www.insg.org/nickel.htm> 7/18/1999.
67. Jaksic, F. Agenda 21: Hacia una Ley Internacional del Ambiente. Contribuciones (Argentina), Año XIII, No.1, p.103-130, 1996.
68. Klenmer, P. Compatibilidad entre economía y ecología. Contribuciones (Argentina), Año XIII, No.1, p.131-162, 1996.
69. Lasting Benefits from Beneath the Earth: Mining Nickel from Voisey's Bay in manner compatible with requirements of sustainable development.
<http://www.innu.ca/tgreen1.html> 8/31/1999.
70. Latorre, E. Desarrollo y Democracia. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 1992. 135 p.
71. Leff, E. Ecología y Capital. Racionalidad ambiental, democracia participativa, y desarrollo sustentable. México: Siglo Veintiuno editores, 1994. 403 p.
72. Lemons, J., Westra, L. Ecological Sustainability and integrity: Concepts and Approaches. Environmental Science and Technology Library. Kluwer Academic Publishers. (Copia en Xerox Completa).
73. Lowry, P. Diversity, endemism, and extincion in the flora of New Caledonia.
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/newcaledonia/caledonia.html>
8/26/1999.
74. Lyon Dahl, A. Small island environmental management. Mining impacts.
<http://www.unep.ch/islands/siemi3.htm> 7/26/1999.
75. Mae, S. Artic city offers two guarantees: tough life, regular pay.
http://augustachronicle.com/stories/101798/tec_124_-5462.shtml 6/7/2000.
76. Mateo, J. Desenvolvimento sustentável: níveis conceituais e modelos. En: Brito Cavalcanti, A. Desenvolvimento sustentável e Planejamento. Bases teóricas e conceituais. Brasil: Fortaleza-CE, 1997. p.51-62
77. Mateo, J., Suárez, C. La ciencia y la tecnología en el debate ambiental. En: Guadarrama, P., Suárez, C. Filosofía y Sociedad. Tomo II. La Habana: Ed. Felix Varela, 2000. p.720-741
78. Maximova, M. y otros. Problemas globales de nuestro tiempo. Moscú: Edit. Progreso, 1984. 389 p.
79. Mayor, F. Ciencia y Sociedad (2). Correo de la UNESCO (Francia), abril, p.38-39, 1997.
80. Mayor, F. Ciencia y Sociedad (3). Correo de la UNESCO (Francia), mayo, p.38-39, 1997.

81. Mayor, F. Educar a los que construirán su propio futuro. Correo de la UNESCO (Francia), enero, p.40-41, 1997.
82. Mayor, F. Energía para todos. Correo de la UNESCO (Francia), febrero, p.40-41, 1997.
83. Meadows, D., Meadows, D., Randers, J. Más allá de los límites del crecimiento. España: Círculo de Lectores, 1993. 335 p.
84. Medina, M. Estudios de ciencia y tecnología para la evaluación de tecnologías y la política científica. En Superando Fronteras. España: Anthropos, 1994. p.103-111.
85. Medina, M. Tecnografía de la Ciencia. Quaderns de Filosofia de la Ciencia (Barcelona), No.2, p.15-27, 1997.
86. Medina, M. Ciencia y tecnología como sistemas culturales. En: López, J. A., Sánchez, J. M. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio del nuevo siglo. España: Biblioteca Nueva, 2001. p.69-88
87. Mesa, G. Medio Ambiente y participación ciudadana. Ambiente y Desarrollo (Colombia), Año 3, No. 4 y 5, p.51-69, 1995.
88. Milian Z. Ecología versus desarrollo sostenible. En: Fung, T. Ecología y Sociedad: Estudios. Cuba: Edit. CENIC, 1996. p.45-68
89. Mineral exploration at Emish (Voisey's Bay). <http://www.innu.ca/voisey1.html> 8/31/1999.
90. Mining environmental management challenges: a ...
http://www.environment97.org/framed/reception/r/all_papers/t24.htm 8/26/1999.
91. Mining. <http://www.corporateimage.com.au/nickelmining.html> 7/19/1999.
92. Mining in Remote Areas. <http://emcbc.miningwatch.org> 1/23/01
93. Miranda, C. Enfoque acerca de la relación medio ambiente – desarrollo. Referencia histórica. En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.215-231.
94. Miranda, C. Filosofía y medio ambiente. Una aproximación teórica. México: Edit. Taller Abierto, 1997. 190 p.
95. Morillo, A. Educación ambiental: alternativa del cambio en la percepción y actitud frente al ambiente y sus recursos. Ciencia y Sociedad (Santo Domingo), Vol.XVI, No.1, p.35-47, 1991.
96. Munster, B. Cambio tecnológico y teorías del desarrollo. En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.329-335
97. Narro, J. Indicadores y contabilidad ambiental. <http://indicadores y contabilidad ambiental.htm> 1/23/01
98. Norilsk Nickel today. <http://www.nornik.ru/koi8-r/english/product/persp.htm>

6/7/2000.

99. Núñez, J. La ciencia y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar. La Habana: Editorial Félix Varela, 1999. 245p.
100. O' Connor, J. La segunda contradicción del capitalismo. Revista Internacional Marx Ahora (La Habana), No.3, p.159-180, 1997.
101. Olaya, M. Responsabilidad civil por daños en el medio ambiente. MAPFRE Seguridad (España), Año15, No.57, p.35-41, 1995.
102. Orche, E. La reciente legislación sobre riesgos laborales y el sector minero. Canteras y Explotaciones (España), Año XXXI, No.376, p.34-45, 1999.
103. Ortiz, A. La industria minera y el medio ambiente: ideas para una interpretación ecológica amplia. Economía Industrial (España) no.297, p.105-116, 1994.
104. Osterlund, S. Mining, Environment and business on the Kola Peninzula.
<http://www.bergsmannen.se/english/centek.htm> 6/6/2000.
105. Otaño, J. Introducción a la especialidad de minería. La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 1984. 52 p.
106. Overview of Russia's Nickel industry
<http://www.bisnis.doc.gov/bisnis/isa/981011r5.htm> 6/7/2000.
107. Paskang, K., Rodsievich, N. Protección y transformación de la naturaleza. Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1983. 203 p.
108. Pearce, D. Economics, equity and sustainable development. (Copia en Xerox Completa).
109. Phytoremediation. <http://www.ce.udel.edu/~sdkim/phytoremediation.htm>
8/26/1999.
110. Pellerano, L., Gamundi, P. Legislación y política ambiental en la República Dominicana. Ciencia y Sociedad (Santo Domingo), Vol.XVII, No.2, p.159-212, 1992.
111. Pérez, A., Clark, I. et al. Conferencia Ética y Cultura del Desarrollo : Construyendo una economía sustentable. Revista Bimestre Cubana (LaHabana), Vol. LXXXIV, No.9, p.32-53, 1998.
112. Pérez, R. El desarrollo y la opción neoliberal. Santo Domingo : Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 1994. 193 p.
113. Perrings, C. Medios de vida duraderos y tecnología ecológicamente inocua y racional. Revista Internacional del Trabajo (Suiza) no.3, p.363-375, 1994.
114. PNUD. Informe sobre el desarrollo humano 1998. España: Ediciones Mundi – Prensa, 1998. 228 p.
115. Pronk, J., Nabub, U. The Hague report; sustainable report from form concept to action, p.6, s/r, 1992.

116. Podobnik, B. Dynamics of class conflict in mining: towards a world-historical interpretation. <http://www.jhu.edu/~soc/pcid/papers/21.htm> 7/25/1999.
117. Pollution and human health. <http://www.grida.no/amap/assess/soaer12.htm> 6/6/2000.
118. Programa para la minería (Subsecretaría de Minería – SEGEMAR). Documento No.3. <http://www.ServicioGeologicoMineroArgebtino-SEGEMAR.htm> 1/23/2001.
119. Progress Towards a sustainable mining Industry in Africa. http://www.tcol.uk/caia/1998/part_2/75.html 7/19/1999.
120. Promoting Best Practices in Natural Resource Extraction. http://www.conservation.org/web/fieldact/c-c_prog/policy/bestprac.htm 8/26/1999.
121. Public Interest Perspectives on Canadian Environmental Mining Issues. http://www.miningwatch.org/emcbc/library/public_interest.htm 7/18/1999.
122. Ramírez, E. Criterios para una tecnología apropiada. Ciencia y Sociedad (Santo Domingo), Vol.XVII, No.1, p.7-15, 1992.
123. Rebaratti, C. Un matrimonio difícil: medio ambiente y población. Encrucijadas (Argentina), Año I, No.1, p.38-45, 1995.
124. Robertson, J. Una nueva economía para los pueblos del planeta. En: Cuba Verde. En busca de un modelo para la sustentabilidad en el siglo XI. La Habana: Ed. José Martí, 1999. P.231-240.
125. Rojas, A., Fernández, M. Valoración mineralógica del material procesado en la empresa “Ernesto Che Guevara”. Minería y Geología (Moa), Vol.2, No.2, p.55-59, 1993.
126. Rudas, G. Instrumentos para la protección ambiental: una alternativa ante los errores de política y las fallas del mercado. Planeación y Desarrollo (Colombia), Vol.XXV, No.1, p.19-32, 1994
127. Russia air pollution. <http://www.american.edu/projects/mandala/TED/RUSSAIR.htm> 6/5/2000.
128. Saénz, T. Ingenierización e Innovación tecnológica En: Colectivo de Autores. Tecnología y Sociedad. La Habana: Ed. Felix Varela, 1999. p.79-97
129. Saldivar, A. Evaluación de sustentabilidad en la ciudad de México. En: II Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana, 1999. 17 p. Copia Xerox.
130. Sánchez, R. El desarrollo sostenible. Ciencia y Sociedad (Rep. Dominicana) no.1, p.30-34, 1994.
131. Scliar, C. Los recursos minerales, el medio ambiente y las disputas político-

- económicas contemporáneas. Departamento de Geología de la Universidad de Minas Gerais, Brasil, 1998. (En formato electrónico).
132. Sharachchandra, M. Sustainable development: A critical Review. World Development (Great Britain), Vol.19, No.6, p.607-621, 1991.
 133. SoilScience/Horticulture/Agronomy 326.
<http://bob.soils.wisc.edu/~barak/soilscience326/agres.htm> 8/30/1999.
 134. Suárez, R. Minas de Matahambre: De la nostalgia a la razón. Granma (La Habana), 30 de octubre, p.5, 1997.
 135. Sustainable development mineral strategy.
<http://www.gov.mb.ca/em/minerals/sustain.html> 8/30/1999.
 136. Sustainable Strategies – Resource.
<http://iisd.iisd.ca/business/sbdcresource.htm> 8/30/1999
 137. Sustainable development in the United States: An Experimental Set of indicators. <http://www.sdi.gov/reports.htm> 8/22/2000.
 138. The Innu Nation Task Force on Mining Activities.
<http://www.innu.ca/tfreport.html> 8/31/1999.
 139. The Nickel page. <http://www.nipera.org/pro&use.htm> 7/18/1999.
 140. The Impacts of Opencast Mining the Rivers and Coast of New Caledonia.
<http://www.unu.edu/hq/unupbooks/80505e/80505E00.htm> 7/18/1999.
 141. The Mining Menace of Freeport-McMoRan.
<http://www.essential.org/monitor/hyper/mm0496.05.htm> 7/19/1999.
 142. The industrial and agricultural project in the Mamberano river catchment area in the Indonesian province of Irian Jaya/West Papua.
<http://www.snafu.de/~watchin/Mamberano.htm> 7/18/1999.
 143. The Green Clean. <http://www.aibs.org/biosciencelibrary/vol45/green.clean.html> 8/26/1999.
 144. Toledo, V. La crisis ecológica: ¿segunda contradicción del capitalismo?. Revista Internacional Marx Ahora (La Habana), No.3, p.181-183, 1997.
 145. Treadgold, Tim. The nickel boom.
<http://www.brw.com.au/content/060798/brw14.htm> 8/26/1999.
 - 146.** Valdés, R., Chassagnes,O. En busca de un nuevo modelo : El desarrollo sustentable. En: Tecnología y Sociedad. La Habana: Edit. ISP “José A. Echeverría”, 1997. 346 p.
 - 147.** Van Dijck, P. El síndrome del casillero vacío. CEPAL (Santiago de Chile) no.47, p.21-37, 1992.
 148. Vegetation and pollution in the Artic. <http://www.spri.cam.ac.uk/rsg/rsgveg.htm> 6/7/2000.

149. Vlachou, A. Interacción contradictoria de capitalismo y naturaleza. Revista Internacional Marx Ahora (La Habana), No.3, p.187-191, 1997.
150. Wainstein, M. La auditoría del medio ambiente. Oikos (Argentina), Año II, No.6, p.68-73, 1994.
151. Wetlands for Treatment of Mine Drainage.
<http://www.enviromine.com/wetlands/Welcome.htm> 8/26/1999.
152. Wynne, A. Incertidumbre y aprendizaje ambiental: reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo. En Ciencia, Tecnología y Sociedad. Ed. Ariel, S.A, Barcelona (España), 1997. P.161-183
153. Yablokov, A., Ostrumov, S. Conservación de la naturaleza viva. Moscú: Ed. Vneshtorgizdat. 1989. 237 p.