

**Trabajo referativo para el proceso de categorización**

**DESARROLLO SOSTENIBLE:  
UN ACERCAMIENTO DESDE LA OPTICA DEL USO  
DE LA ENERGIA**

**Autor: José Somoza Cabrera  
Instituto Nacional de Investigaciones Económicas (INIE)**

**Abril del 2003  
“Año de los Gloriosos Aniversarios de Martí y del Moncada”**

**“Por primera vez en la historia humana, nuestra especie corre riesgo real de extinción. La amenazan no solo la destrucción de su medio natural de vida, sino también graves riesgos políticos, armas cada vez más sofisticadas de destrucción y exterminio masivo y doctrinas extremistas que podrían apoyarse en mortales y aniquiladoras fuerzas”.**

*Fidel Castro Ruz. Discurso de clausura del V Encuentro sobre Globalización y Problemas del Desarrollo; Palacio de las Convenciones, La Habana, 14 de febrero del 2003.*

## INTRODUCCION

- **Carlos Marx, Federico Engels y el desarrollo socioeconómico versus impacto ambiental.**

Cuando Federico Engels escribió, entre 1875 y 1876, su trabajo “Introducción a la dialéctica de la naturaleza”, los problemas de interferencia medioambiental antropogénica, no rebasaban los estrechos límites del taller manufacturero, las emisiones de gases perjudiciales para el medio ambiente producto de la utilización de la energía, particularmente carbón mineral, no representaba un problema serio de carácter local y mucho menos para el calentamiento global. Sin embargo, para él no pasó de forma inadvertida la interrelación mutua, dialéctica hombre- naturaleza. **“Al mismo tiempo que se desarrolla el conocimiento de las leyes de la naturaleza, aumentaban los medios de acción recíproca sobre ella”<sup>1</sup>.**

También observó que, no obstante, el acervo científico técnico acumulado por el hombre y su aplicación a la satisfacción de sus necesidades, existía un sesgo previsional importante entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos; **“los hombres, por el contrario, a medida que se alejan más de los animales en el sentido estrecho de la palabra, en mayor grado hacen su historia ellos mismos, conscientemente, y tanto menor es la influencia que ejercen sobre esta historia las circunstancias imprevistas y las fuerzas incontroladas, y tanto más exactamente se corresponde el resultado histórico con los fines establecidos de antemano. Pero si aplicamos este rasero a la historia humana, incluso a la historia de los pueblos más desarrollados de nuestro siglo, veremos que incluso aquí existe todavía una colosal discrepancia entre los objetivos propuestos y los resultados obtenidos, veremos que continúan prevaleciendo las influencias imprevistas....”<sup>2</sup>**; y califica de forma crítica los resultados de la incipiente expansión del capitalismo del siglo XIX; **“cuáles han sido las consecuencias de este acrecentamiento de la producción. El aumento del trabajo agotador, una miseria creciente de las masas y un crac inmenso cada diez años”<sup>3</sup>.**

Su respuesta fue: **“Darwin no sospechaba qué sátira tan amarga escribía de los hombres....cuando demostró que la libre competencia, la lucha por la existencia celebrada por los economistas como la mayor realización histórica, era el estado normal del mundo animal. Únicamente una organización consciente de la producción social,**

---

<sup>1</sup> Ver: Federico Engels (1963): “El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre”. Carlos Marx y Federico Engels Obras Escogidas, tomo 2 (de tres). Editora Política. La Habana.

<sup>2</sup> Ibidem.

<sup>3</sup> Ibidem.

en el que la producción y la distribución obedezcan a un plan, puede elevar socialmente a los hombres sobre el resto del mundo animal, del mismo modo que la producción en general les elevó como especie. El desarrollo histórico hace esta organización más necesaria y más posible cada día”<sup>4</sup>

Engels apuntaba nuevamente sus preocupaciones “ambientalistas” en su trabajo inconcluso “El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre” (1876): **“resumiendo.....El hombre, en cambio, modifica la naturaleza y la obliga así a servirle la domina....Sin embargo, no nos dejemos llevar del entusiasmo ante nuestras victorias sobre la naturaleza. Después de cada una de estas victorias, la naturaleza toma venganza. Bien es verdad que las primeras consecuencias de estas victorias son las previstas por nosotros, pero en segundo y tercer lugar aparecen unas consecuencias muy distintas, totalmente imprevistas y que, a menudo, anulan las primeras”**.<sup>5</sup>

Del análisis histórico del desarrollo de la sociedad, Engels logra darse cuenta de los impactos negativos que sobre la naturaleza habían provocado diferentes formas de producción intensivas y las consecuencias irreversibles de estas sobre el entorno natural: **“los hombres que en Mesopotamia, Grecia, Asia Menor y otras regiones talaban los bosques para obtener tierras de labor, ni siquiera podían imaginar que, al eliminarse con los bosques los centros de acumulación y reserva de humedad, estaban sentando las bases de la actual aridez de esas tierras... Cuándo en Cuba los plantadores españoles quemaban los bosques en las laderas de las montañas para obtener con la ceniza un abono que solo les alcanzaba para fertilizar una generación de cafetos de alto rendimiento, ¡poco les importaba que las lluvias torrenciales de los trópicos barriesen la capa vegetal del suelo, privada de la protección de los árboles, y no dejasen tras si más que rocas desnudas!”**.

Al respecto hacía un llamado, muy probablemente el primero en este sentido hecho desde la óptica de las ciencias sociales, hacia la necesidad de prever las consecuencias negativas futuras de la actividad humana sobre el entorno, con el fin de evitarlas o mitigarlas. Es así que planteaba **“cada día aprendemos a comprender mejor las leyes de la naturaleza y a conocer tanto los efectos inmediatos como las consecuencias remotas de nuestra intromisión en el curso natural de su desarrollo..... nos hallamos en condiciones de prever, y por tanto, de controlar cada vez mejor las remotas consecuencias naturales de nuestros actos de producción.....y cuanto más sea esto una realidad, más sentirán y comprenderán los hombres su unidad con la naturaleza y más inconcebible será esa idea absurda y antinatural de la antítesis entre el espíritu y la materia, el hombre y la naturaleza, el alma y el cuerpo.....si han sido precisos miles de años para que el hombre aprendiera en cierto grado a prever las remotas consecuencias naturales de sus actos dirigidos a la producción, mucho más le costó aprender a calcular las remotas consecuencias sociales de esos mismos actos”**<sup>6</sup>

---

<sup>4</sup> Ibidem.

<sup>5</sup> Ver: Federico Engels (1963): “El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre”. Carlos Marx y Federico Engels Obras Escogidas, tomo 2 (de tres). Editora Política. La Habana.

<sup>6</sup> Ibidem.

Una vez más pone al desnudo las consecuencias nefastas del modo de producción capitalista en su interacción con el medio ambiente y la falacia de la aparente antítesis sociedad-naturaleza: **“la ciencia social de la burguesía, la Economía Política clásica, solo se ocupa preferentemente de aquellas consecuencias sociales que constituyen el objetivo inmediato de los actos realizados por los hombres en la producción y el cambio...por cuanto los capitalistas aislados producen o cambian con el único fin de obtener beneficios inmediatos... y no les interesa lo más mínimo lo que pueda ocurrir después con esa mercancía y su comprador.... todos los modos de producción que han existido hasta ahora solo buscaban el efecto útil del trabajo en su forma más directa e inmediata...hace falta una revolución que transforme por completo el modo de producción existente hasta hoy día y, con él, el orden social vigente”**<sup>7</sup>.

Por su parte, Carlos Marx, presenta por esta misma fecha el primer tomo del Capital, considerada por amigos y detractores su obra más acabada y la base doctrinal de la teoría comunista, Aquí hace un análisis histórico y detallado de la economía capitalista y desarrolla la teoría de la plusvalía, que, de forma muy resumida, planteaba: “la clase trabajadora era explotada por la clase capitalista al apropiarse ésta del valor excedente producido por aquella”.

Muchos pensadores y economistas burgueses arremeten, una vez más, contra el marxismo, esta vez desde la óptica ambienta, al plantear la insuficiencia de la teoría de la plusvalía para ser aplicada a la valoración de los recursos naturales y a los servicios ambientales. La idea es que tanto los recursos naturales como los servicios ambientales son productos de la naturaleza, no fabricados por el hombre y que, en muchos casos, no existen mercados donde estos se realicen y por tanto no puede encerrar el valor del trabajo humano<sup>8</sup>.

De esta forma, plantean los críticos, al no ajustarse, la teoría marxista, a una correcta valoración del ambiente, el objetivo de elevar el nivel de vida de los pobres al de los ricos implicaría serios impactos negativos al entorno, pues simplemente no repararía en estos<sup>9</sup>.

Sin embargo, en las condiciones actuales de acelerada globalización tanto de la producción y el comercio, como de los daños al ambiente natural provenientes de estas actividades, la teoría marxista de la plusvalía adquiere una nueva dimensión para explicar no solamente el valor del entorno natural sino para demostrar de dónde proviene su valor.

En tal sentido, Marx consideró que la fuerza de trabajo imprime un valor a las mercancías mayor que el propio de ella y que este nuevo valor creado cubre no solo los costos de transportación y de realización de estas en el mercado, sino, además, otros gastos externos al proceso de producción, como son los costos de administración estatal y la satisfacción de un conjunto de necesidades sociales. Porqué considerar fuera de estos costos externos los costos ambientales.

---

<sup>7</sup> Ibidem.

<sup>8</sup> Ver: Ponting C. (1992): “A green history of the world”. Edición Paidós. Barcelona.

<sup>9</sup> Ver: Castellanos Castro, Marlana, y Machín Polanco, Miguel (1999): “El capital natural. El valor del ambiente por la teoría marxista del valor”. Ponencia presentada a la Reunión Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales, Recife, Brasil.

En esta definición Marx de hecho se adelanta a otros economistas burgueses como Pigou y Coase en su definición de la teoría de las externalidades y más aún en la conceptualización de la internalización de dichas externalidades, al establecer que el financiamiento de los costos externos al proceso productivo se realiza mediante la retribución de la plusvalía creada por la fuerza de trabajo<sup>10</sup>.

Por otra parte, el concepto de Marx sobre las relaciones que se establecen para el intercambio de mercancías de diferentes valores de uso, no implica que para encerrar un valor de cambio en un valor de uso natural tenga este último que ser necesariamente transformado en una manufactura, o ser producto del trabajo del hombre. El mismo describió el valor de una mercancía muy especial, que no era producida en ninguna manufactura, la fuerza de trabajo humana. Esta mercancía biológica natural se valoraría por el valor de los productos necesarios para su existencia y reproducción<sup>11</sup>.

De forma análoga, el hombre necesita para restituir y preservar el medio natural, consumir una cantidad de bienes y servicios que determinan su valor según el trabajo socialmente necesario para la producción de los mismos. Así, de acuerdo a la teoría marxista, el valor del ambiente es el valor del trabajo humano socialmente necesario para regenerarlo y preservarlo<sup>12</sup>.

No obstante la visión adelantada de Engels con relación la interacción sistema productivo naturaleza y los efectos perversos resultante de la miopía del sistema económico capitalista, en plena expansión, los problemas más acuciantes de la Europa de finales del siglo XIX (de Inglaterra en particular) eran al decir de este “el aumento del trabajo agotador, una miseria creciente de las masas....”

El desarrollo posterior de las fuerzas productivas y de los medios de producción, en un clima de creciente globalización y, finalmente, de entronización de la “racionalidad” del mercado como paradigma económico universal, ha revelado los daños que el sistema productivo está provocando a la naturaleza, anteriormente desconocidos, evidenciando que no ha sido suficiente el valor del trabajo humano necesario para la conservación y el mejoramiento del equilibrio sistema productivo-sistema natural.

Tanto la reproducción como la conservación del entorno natural tienen un costo de trabajo humano que si el hombre lo desconoce en algún momento de su historia, en otro pudiera calcularlo o estimarlo. A su vez, esta estimación se deberá ir ajustando con el tiempo, según el nuevo acervo de conocimientos adquiridos e incorporado acerca del valor del entorno natural, de forma tal que dicho entorno puede constituirse, de hecho, en una categoría histórica. Por ejemplo, siempre el valor sistémico de determinado servicio ambiental (un bosque y la biodiversidad implícita en él), será relativo a la capacidad del hombre para

---

<sup>10</sup> Ver: Pigou A.C (1920): “Economía del Bienestar”; y Coase R. (1960): “El problema del costo social”.

<sup>11</sup> Ver: Marx C. (1867): “El Capital. Crítica de Economía Política” Capítulo I, Dietz Verlag Berlin 1975.

<sup>12</sup> Ver: Castellanos Castro, Marlina, y Machín Polanco, Miguel (1999): “El capital natural. El valor del ambiente por la teoría marxista del valor”. Ponencia presentada a la Reunión Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales, Recife, Brasil.

comercializar sus valores, incluyendo los gastos en que se incurren en su preservación y fomento<sup>13</sup>.

De acuerdo con esta conceptualización es posible pensar en el desarrollo sostenible de los recursos naturales no renovables y en particular el petróleo y el gas natural, de forma tal que este tenga implícito la conservación de los yacimientos a partir de una máxima recuperación bajo la correcta definición de las tasas de extracción; la disminución de las pérdidas operativas; la adición de reservas mediante la exploración intensiva; la sustitución de combustibles según su abundancia relativa y usos más eficientes; y la inversión de las utilidades petroleras (al menos una parte de ellas) en investigación, desarrollo o incorporación de tecnologías que promuevan el ahorro energético e impulsen la utilización de energías renovables, o fósiles más “limpias”. De esta forma se estará garantizando, en el largo plazo, la conservación de los beneficios generados por la extracción y uso de los hidrocarburos.

- **EL CONCEPTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE. LA DIMENSIÓN TEMPORAL Y EL TEMA DE LA EQUIDAD INTER E INTRAGENERACIONAL.**

El concepto más “moderno” de desarrollo coloca al ser humano en el centro de todas las consideraciones, enfocándose hacia todo aquello que les ocurre a las personas y por extensión a la sociedad.

El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) conceptualiza el desarrollo como “el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo, y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas”<sup>14</sup>.

Este concepto abre el abanico de dimensiones relevantes a tener en cuenta:

- Dimensión económica y social: educación, salud y empleo.
- Dimensión política: libertades políticas como opción de las personas y la sociedad.
- Dimensión ambiental: entorno físico.

Sin embargo es la dimensión temporal la que completa el concepto de desarrollo humano sustentable, ya que es evidente la existencia de fuertes consecuencias del accionar presente sobre las posibilidades futuras de desarrollo. En este sentido, la conceptualización más aceptada sobre el desarrollo sostenible está referida a aquel tipo de desarrollo humano que a la vez que satisfaga las necesidades de las presentes generaciones, no comprometa la capacidad de las futuras para satisfacer las propias<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Ibidem.

<sup>14</sup> PNUD: Desarrollo Humano: Informe 1992, publicado para el PNUD, Bogotá, 1992.

<sup>15</sup> World Commission on Environment and Development (WECD) “Our Common Future”, New York-Oxford. 1987.

En esta conceptualización está presente un elemento relevante y primogénito que es el referido a la precondition de la satisfacción de las necesidades presentes para alcanzar la sustentabilidad del desarrollo humano. Evidentemente, no es posible considerar desarrollo ni humano, ni sostenible una situación como la actual, donde una parte significativa de la población mundial tenga niveles de ingreso extremadamente bajos y que por lo tanto vean seriamente comprometido el acceso a los servicios básicos de alimentación, salud, educación, y energía<sup>16</sup>.

Existe una relación dialéctica entre las tres dimensiones anteriores ya que se refuerzan mutuamente en una especie de círculo vicioso (o virtuoso): ingresos bajos impacta negativamente sobre las posibilidades de acceso a servicios de salud y de educación adecuados, lo que a su vez incide desfavorablemente en las oportunidades de obtener empleos de mejor calidad (mejor remunerados); a su vez las carencias de adecuados niveles de educación afectan directamente sobre la dimensión política del concepto de desarrollo, en el sentido de que una forma práctica de entender y ejercer plenamente los derechos políticos es mediante el acceso generalizado de las masas a la educación y la cultura, lo cual constituye, además, uno de los principales derechos cívicos y humanos refrendado en la Declaración de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas. Por último, es evidente el impacto de estos elementos sobre la dimensión ambiental.

Existe consenso entre los economistas en que esta relación intergeneracional no significa que las futuras tengan que heredar un Mundo con la misma cantidad de recursos, sin embargo, el desarrollo sostenible exigirá una compensación adecuada por el uso de los recursos naturales agotables, como es el caso de los combustibles fósiles y la degradación del medio ambiente, por ejemplo aumentando los bienes producidos a un nivel tal que garantice un estándar de vida, al menos, igual al que disfrutaban las generaciones de hoy.

Aquí surge un elemento polémico relacionado con el grado en que los recursos de infraestructura y conocimientos, por una parte, y los recursos naturales (incluyendo el medio ambiente), por otra, pueden sustituirse.

Existe una línea de pensamiento donde se conceptualiza el desarrollo sostenible como sinónimo de ecoeficiencia, asumiendo el mercado como mecanismo racional de asignación de recursos (la “mano invisible” a la que se refirió Adam Smith en su trabajo “Investigación sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones”), complementado con la idea que supone que los problemas ambientales y ecológicos surgen de la ausencia de “derechos de propiedad” bien definidos sobre los recursos naturales y los servicios ambientales.

Otro grupo de especialistas entienden que el desarrollo sostenible implica no solo la creación de riqueza, la transición a la eficiencia y la conservación de los recursos y el capital natural, sino también su distribución justa, tanto entre los miembros de la sociedad

---

<sup>16</sup> Estimaciones de Naciones Unidas arrojan cifras realmente dramáticas en este sentido: 1.5 billones de habitantes del planeta tienen ingresos promedios diarios inferiores a un dólar USA; 800 millones están mal nutridos, cerca de 2 billones de persona (1/3 de la población mundial) no tienen acceso a ninguna forma de energía comercial y por supuesto a los servicios de electricidad.

actual como entre estos y las futuras generaciones. Cuestionan la eficiencia de los mercados como mecanismo racional de asignación de los recursos y en particular como asignador de valores actualizados para las externalidades irreversibles (destrucción de especies o agotamiento de recursos naturales no renovables como el petróleo), o inciertas, causadas por la actividad económica, y para valorar adecuadamente las necesidades de las futuras generaciones y las preferencias de las personas más pobres y de otros actores distantes. En este sentido es importante señalar cómo se le comienza a dar relevancia al tema de justicia distributiva no solo intergeneracional sino también, y con énfasis, intrageneracional.

Desde el punto de vista estrictamente económico los problemas ambientales tienden a centrarse en las fallas sistémicas que acusan los mercados en la asignación de recursos, dada por la ausencia de precios y regímenes efectivos de propiedad, sumadas a la inequidad distributiva de los costos y beneficios hacia la sociedad de las acciones que afectan el medio ambiente, y a la existencia de mercados incompletos para numerosos servicios y recursos naturales. De acuerdo a esta perspectiva, estas fallas pueden solucionarse si los agentes económicos y sociales reciben señales adecuadas en cuanto a la producción y consumo a través de políticas públicas y regulaciones bien diseñadas; sin embargo existe también consenso entre casi todas las corrientes de pensamiento de que el sistema económico actual no incorpora “correctamente” los costos de las externalidades ambientales.

Por otra parte, los puntos más importantes de discusión que surgen a partir de esta visión estrictamente económica de la sostenibilidad, se refieren a la compatibilidad entre los criterios de eficiencia económica y la sostenibilidad del desarrollo, y la manera de determinar el nivel óptimo de conservación de los recursos naturales no renovables y del acervo del capital natural.

En este sentido, cabe mencionar el enfoque de “sostenibilidad débil”, según el cual para garantizar un flujo de consumo no decreciente a las futuras generaciones lo que debe conservarse es el acervo total de capital, entendido en un sentido amplio como la capacidad total de la producción con que cuenta la sociedad y que incluye el capital físico (infraestructura), natural y humano. Dicha base de capital es lo que le otorgaría a las generaciones futuras la posibilidad de seguir produciendo bienestar económico y garantizar un flujo de consumo no decreciente. En síntesis, se supone la posibilidad de sustitución entre los distintos tipos de capital, en donde la tasa de inversión debe ser lo suficientemente alta para compensar las pérdidas de capital natural y la depreciación del capital físico y asegurar un nivel de consumo no decreciente en el futuro.

Así la tasa de inversión o de acumulación del capital, en este sentido amplio, es la variable fundamental para el logro del desarrollo económico sostenible. La inversión incluiría también todos aquellos esfuerzos destinados a preservar la base de recursos naturales y la capacidad de los ecosistemas de seguir soportando la capacidad productiva y los flujos de servicios ambientales.



Sin embargo, no está clara la relación de sustitución entre los diferentes tipos de capital. Este fenómeno es ilustrado por Daly y Cobb<sup>17</sup> de la siguiente forma: **“si una comunidad puede perfeccionar sus embarcaciones o adquirir más barcos, aumentará la captura de pescado. Sin embargo, esto constituye una verdad a medias, puesto que una vez que se alcance el umbral biológico de reproducción sostenible de la zona pesquera, el incremento de la flota o la incorporación de nuevas tecnologías solo aceleraría el deterioro del ecosistema marino hasta llegar a su agotamiento. A partir de ahí no sirve de nada la supuesta sustitución que, en los hechos, habría llevado a la ruina económica de la comunidad”**.

Este fenómeno de sustitución entre distintas formas de capital se comienza a evidenciar también en el terreno energético. El tema trata sobre las señales de alerta lanzadas por un estudio de un grupo de geólogos independientes con relación a lo que ellos llaman “el fin del petróleo barato”. El argumento central es: las reservas de hidrocarburos es un hecho natural, físico y que depende de la economía en un sentido estrecho para la extracción de ciertas reservas de alto costo (por ejemplo los yacimientos en aguas profundas) o el desarrollo de combustibles no convencionales, pero que las mismas son el resultado de complejissimos procesos físicos, químicos y geológicos ocurridos hace unos 90 millones de años y que no parece posible que dicho evento se reproduzca en el tiempo a escala humana y por incentivos económicos e innovación tecnológica.<sup>18</sup>

La problemática planteada por este grupo de geólogos (Lahérrere et al) estriba en que a mediano plazo la producción global de petróleo “barato” empezará a declinar y que las expectativas de un gran consumo para el año 2020 se podrán cubrir si las reservas fueran 1000 millones de barriles superiores al nivel de las reservas muy probables<sup>19</sup>.

Estos investigadores basan sus consideraciones en el análisis estadístico de los descubrimientos de hidrocarburos en los últimos 20 años, a partir de las cuales **“no es posible ser tan optimista como para esperar que, ahora si, se presentará un gran milagro tecnológico, y el crudo necesario para garantizar la demanda de 120 millones de barriles diarios en el 2020 empezará a aparecer”**<sup>20</sup>.

La confianza en el desarrollo tecnológico, que resolvería este problema, no parece ser la misma a la que acompañó los importantes éxitos de las décadas de los 70 y 80, por ejemplo, la perforación en aguas profundas. La brecha entre los resultados exploratorios y el incremento de la demanda es creciente. Los datos consolidados de nuevos descubrimientos en el año 2001 muestran incrementos de las reservas de crudo, incluyendo líquidos de gas natural, en unos 8000 millones de barriles, mientras que el consumo superaba los 27000 millones.

---

<sup>17</sup> Ver: CEPAL (2002): “Equidad, desarrollo y ciudadanía”, capítulo No. 13 “Consolidar los espacios del desarrollo sostenible”, y en particular Daly, H.D y Cobb, J.B. (1989): “Para el bien común”. Fondo para la Cultura Económica. México.

<sup>18</sup> Ver: Carlos Guillermo Alvarez (2002): “Colombia: una década de privatización de las rentas petroleras ante una crisis energética en ciernes”, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>19</sup> Ver: Colin J. Campbell and Jean H. Laherrere (1998): “The end of cheap oil”, Scientific American.

<sup>20</sup> Ver trabajos de Lahérrere et al, en [www.oilcrisis.com/laherrere](http://www.oilcrisis.com/laherrere), en particular su participación en OPEP sobre evaluación de reservas.

Tales estadísticas muestran que los esfuerzos exploratorios, cuya cumbre fue en 1982 (con 11000 pozos), no ha logrado reponer en ningún caso desde 1980 el gasto anual de la dotación mundial de hidrocarburos. El problema de la escasez de petróleo barato parece ser una realidad que amenaza el futuro inmediato y pone en evidencia, como en el ejemplo de la comunidad pesquera los límites del enfoque de la sustentabilidad débil.

La conceptualización anterior está recogida por la **Economía Ambiental y de los Recursos Naturales**, corriente de pensamiento surgida a finales de los años 60, de profundas raíces neoclásicas y propulsora de la posibilidad de cuantificar monetariamente y de manera convincente, los costos y beneficios de las decisiones de los agentes económicos y sociales sobre el medio natural y el resto de los actores no involucrados con las mismas (externalidades), y que con tales señales el mercado sería el mecanismo más eficiente para la asignación de los recursos y la determinación, por tanto, del nivel óptimo de degradación ambiental.

Tal proceso de internalización de las externalidades consta de 4 etapas básicas, dos que revisten un carácter fundamentalmente científico tecnológico relacionadas con la identificación de los eventos que degradan el medio y los recursos y la evaluación de su impacto sobre estos y la sociedad en su conjunto, y otras dos de carácter eminentemente económico referidas a la valoración monetaria y a la determinación de los instrumentos de política dirigidos a mitigar o evitar los impactos negativos. Dichas etapas están íntimamente interconectadas.

Para el caso específico de la energía, la identificación de los eventos que afectan al medio está relacionada con la determinación de la interacción energía-entorno que se traduce en la identificación de los nexos entre fuente energética, desechos emitidos y el daño ambiental. Una vez concluida esta etapa con la determinación de la función de respuesta a la dosis de exposición, se tendrá que pasar a la cuantificación de los daños ambientales y al análisis costo-beneficio para reducir las emisiones. La identificación de las respuestas potenciales comprende un conjunto de alternativas a evaluar que va desde el mejoramiento de la eficiencia energética, el control adicional de emisiones, la sustitución de energía por otros factores de producción, la sustitución de la fuente energética por otra menos contaminante, hasta la de invertir en el desarrollo de tecnologías energéticas “más limpias”.

En cuanto a los instrumentos de política propuestos por la Economía Ambiental se pueden identificar tres agrupaciones: **i)** más y mejor información (incluye instrumento de acción moral como la educación ambiental pública); **ii)** base regulatoria (instrumentos administrativos e incluso acciones públicas en caso en que los peligros sean sustanciales); y **iii)** base económica (incentivos, en especial impuestos, recargos, permisos negociables o no, subsidios para la adopción de tecnologías menos contaminantes y subsidios para el desarrollo de nuevas tecnologías menos contaminantes)<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Doctor Andre Plourde (2000): Ciclo de conferencias sobre energía y medio ambiente impartidas en el Centro de Estudio de Economía y Planificación “Juan F. Noyola”, Ciudad de La Habana.

Sin embargo, esta escuela de **Economía Ambiental y de los Recursos Naturales**, no es más que el resultado de la evolución del pensamiento social y de la actitud de los sistemas socioeconómicos en su interacción con la naturaleza. Una visión a “vuelo de pájaro” del debate que ha existido en torno a este tema permite identificar, al menos cinco enfoques diferentes, incluyendo el de la Economía Ambiental antes visto, acerca de las relaciones entre medioambiente o sustentabilidad medioambiental y desarrollo económico.

1. La **Economía de Frontera**: considera a la naturaleza como un conjunto ilimitado de recursos o bienes libres que pueden ser explotados indiscriminadamente. Este enfoque está asociado a la aplicación de políticas liberales con respecto a la calidad del medioambiente y se ha pretendido justificarlo con la necesidad de crecimiento económico acelerado. Desde el punto de vista tecnológico ha predominado el uso de tecnologías intensivas en energía (combustibles fósiles, en lo fundamental) y otros insumos (como fertilizantes en la agricultura y agua en la agricultura y la industria), así como la disposición de desechos de forma no regulada.
2. La **Ecología Profunda**: a diferencia de la Economía de Frontera, sugiere la búsqueda de la armonía entre el desarrollo y el medio ambiente sobre la base de una supeditación del hombre a la naturaleza, lo que implica un bajo perfil tecnológico y una reducción de la población. En esta conceptualización considera tanto el consumo humano como el crecimiento económico intrínsecamente perjudiciales desde el punto de vista ecológico y considera que todas las especies que habitan el planeta tienen igual valor. Es así que tanto esta corriente como la de Economía de Frontera pueden considerarse los extremos del abanico conceptual de la relación sistema socioeconómico naturaleza.
3. El paradigma de la **Protección Ambiental**, comienza a cobrar relevancia en la década de los años 60 en los países industrializados, como respuesta a los problemas ambientales derivados de los modelos de desarrollo que caracterizaron la primera mitad de la centuria pasada en correspondencia con el enfoque de Economía de Frontera. Este enfoque supone el uso de tecnologías y estrategias de manejo ambiental que **limiten los impactos al medioambiente una vez que estas se produzcan** y propugnan por la utilización de mecanismos administrativos y regulaciones (políticas de mando y control) para enfrentar el deterioro del entorno. Este enfoque da un tratamiento separado a las políticas de protección ambiental y a las de desarrollo económico.

En el decenio de los 80 surge el enfoque del manejo de los recursos naturales bajo el criterio de **“economizar” el medio ambiente**, a partir del informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente “Nuestro Futuro Común”, en 1987, donde se plantea por primera vez el concepto de desarrollo sostenible<sup>22</sup>.

El planteamiento se basa en que el entorno es un recurso frágil que debe ser administrado de manera sostenible, en correspondencia con los principios económicos para la asignación

---

<sup>22</sup> En el informe se ofrece una definición de desarrollo sostenible que a criterio de muchos especialistas resulta engañosamente simple. “Ya que no sabemos cuáles serán las necesidades de las generaciones futuras, o cómo se verá afectada la utilización de los recursos por el cambio tecnológico, la noción de desarrollo sostenible no puede ser precisada y no sorprende que se hayan contabilizado hasta cuarenta definiciones diferentes de ella”. Anthony Giddens (1999): “La tercera vía. La renovación de la socialdemocracia”.

de recursos escasos. La sostenibilidad planteada se basa, a su vez, en la aplicación preferente de mecanismos de asignación de mercado y sobre el principio de que “el que contamina paga” en contraposición a los mecanismos administrativos de regulación. En este sentido, este enfoque de economizar el medio ambiente tiene gran afinidad con los basamentos teóricos de la Economía Ambiental.

En el plano tecnológico se plantea como líneas priorizadas para reducir los impactos negativos sobre el medio ambiente, el incremento de la eficiencia energética, el fomento de las fuentes renovables de energía y la estabilización de la población.

4. Más recientemente ha cobrado fuerza el **paradigma del ecodesarrollo**, presente en el debate internacional desde la década del 70. Tal enfoque pretende integrar coherentemente los factores y objetivos sociales, económicos y ambientales involucrados en el concepto de desarrollo sostenible, desde una perspectiva de largo plazo y haciendo énfasis tanto en la **equidad intergeneracional** (generaciones separadas temporalmente, sobre la que en un principio se define la sustentabilidad) como en la **equidad intrageneracional** (la misma generación separada por diferencias de tipo socioeconómico, de género, entre otras).

Desde el punto de vista tecnológico, este enfoque aboga por el uso de las llamadas “ecotecnologías”, esto es, tecnologías diseñadas para el aprovechamiento de las energías renovables, el reciclaje de recursos, la agricultura de bajos insumos, el uso de nuevos materiales y las producciones de baja densidad material. **Es considerado como el primer enfoque que encierra una visión de futuro, donde se trata de forma balanceada las experiencias y prioridades tanto de los países desarrollados como de los “países en vías de desarrollo.”**<sup>23</sup>

El **ecodesarrollo o Economía Ecológica**, se presenta como una crítica del enfoque neoclásico de la Economía Ambiental, en el sentido de que adopta un modelo de balance material para mostrar la dependencia del proceso económico respecto a la naturaleza de donde provienen los insumos del proceso productivo y hacia donde van los desechos de los mismos. De este modelo se deriva la conclusión de que el medio ambiente tiene una gran capacidad para proporcionar recursos naturales destinados a satisfacer los requerimientos humanos; a la vez tiene una gran capacidad para absorber los desechos provenientes del sistema socioeconómico, pero ambas capacidades son limitadas<sup>24</sup>.

Según esta escuela existen tres elementos en conflicto que requieren de acciones de política que contribuyan a moderar o eliminar tal conflictividad. Estos son: **i)** eficiencia económica, que se debe garantizar con la asignación óptima de recursos; **ii)** justicia social, que se debe asegurar con políticas coherentes de redistribución del ingreso; y **iii)** sustentabilidad, que requiere de tener en cuenta consideraciones sobre la escala óptima de utilización del medio natural.

---

<sup>23</sup> Ver: Pichs Madruga, Ramón (1999): “La dimensión global del desarrollo sostenible”, AUNA CUBA, Análisis de Coyuntura, No.4

<sup>24</sup> Ver: Patin, D. (1994): “The Economics of Sustainable Development in Small Caribbean Islands”, Trinidad and Tobago.

En cuanto a este último punto, los autores de esta línea de pensamiento, suponen cuatro principios operacionales relacionados con la escala óptima de utilización del medio ambiente:

- Principio fundamental. Limitar la escala humana de producción a un nivel que, si no es óptimo, esté al menos dentro de la capacidad de carga sostenible de medio natural.
- El progreso tecnológico para el desarrollo sostenible debe tener como propósito el incremento de la eficiencia más que el aumento de los niveles de producción.
- Los recursos renovables deberán ser explotados sobre bases sostenibles, de forma tal que se maximicen las ganancias sin provocar la desaparición del recurso, lo cual suponen tasas de explotación que no excedan las tasas de regeneración de los recursos y niveles de emisión de desechos que no excedan la capacidad de asimilación del medio.
- Los recursos no renovables deberán ser explotados a una tasa similar a la de creación de sus sustitutos renovables<sup>25</sup>.

Por último los autores de la Economía Ecológica señalan la imposibilidad de una “internalización” convincente de las externalidades negativas provocadas por las actividades productivas de los agentes económicos sobre el resto de la sociedad y en particular sobre la sociedad futura, dado el simple hecho de que ésta no participa (**no existe**) en los mercados actuales. Sin embargo, no se excluye el uso de los instrumentos de política que propone la Economía Ambiental para mitigar los daños de la actividad humana sobre la naturaleza<sup>26</sup>

- **La historia reciente del debate sobre el concepto DESARROLLO SOSTENIBLE.**

En los últimos 10 años ha tenido amplia difusión la tesis del desarrollo sostenible, presentada por primera vez en el informe “Nuestro Futuro Común” de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en 1987, definido como aquel tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las actuales generaciones sin comprometer la habilidad de las futuras para satisfacer las suyas.

Los fundamentos de esta tesis se remontan a los primeros años de la década del 70 donde se someten a revisión el concepto de desarrollo económico y las políticas económicas prevalecientes, coincidente con el surgimiento de la crítica desde la óptica ambiental a los patrones de vida contemporáneos, y que cobran particular relevancia en la década de los 80 con el agravamiento de los problemas ambientales y la profundización de la crisis económica (problema de la deuda externa) que asola de manera particular a los países en desarrollo.

En los decenios de los 60 y 70 el debate estuvo centrado en el tema del crecimiento económico versus calidad ambiental y en el cual se planteaba el carácter irreconciliable y

---

<sup>25</sup> Ver Daly, H. en D. Patin (1994).

<sup>26</sup> Ver: Martínez Alier, J. (1994): “La Economía Ambiental y la Internalización de las Externalidades”, PNUMA, Foro Ambiental vol5, No.9.

en conflicto de los objetivos de crecimiento económico y conservación del entorno, reflejando, básicamente los problemas más graves de contaminación existentes en los países desarrollados.

Sin embargo, ya en la década de los 80 se comenzaba a considerar a ambas variables como potencialmente compatibles. Lo que se discute hoy no es la necesidad o no de crecer sino de cómo tiene que ser este crecimiento, apoyado por desarrollos de importancia en las técnicas para medir y evaluar los daños y beneficios ambientales derivados de la actividad productiva con énfasis particular sobre los efectos indirectos de la contaminación en la salud y la productividad; y se hace un enfoque más integral del manejo de los recursos naturales.

En el debate actual se incluyen también los problemas ambientales y de desarrollo de las naciones subdesarrolladas y no solo la problemática del agotamiento de los recursos no renovables, presente ya en los debates iniciales en los 60 y 70, sino a los temas del manejo de los recursos renovables, de particular importancia para los países subdesarrollados al incluirse recursos tan vitales para su desempeño y sometido a las fuertes presiones que sobre los mismos imponen los nuevos patrones de desarrollo económico neoliberal, como es el caso de los recursos hídricos, la biomasa y el suelo.

No obstante la tesis de desarrollo sostenible así definida adolece en el mejor de los casos de cierta ambigüedad en su propia definición, lo que ha condicionado la aparición de múltiples definiciones del término en función de disímiles circunstancias e intereses particulares de los autores. Dos elementos que apoyan lo anterior: **i)** se identifican las disparidades socioeconómicas prevalecientes en el mundo de hoy, pero no se reconocen los mecanismos socioeconómicos perversos que han generado y continúan generando tales desigualdades; **ii)** en buena medida como consecuencia de la limitación anterior, se hace énfasis en los temas de equidad referido a las generaciones futuras, esto es equidad intergeneracional, soslayando el tema de la equidad intrageneracional, lo que de hecho constituye un punto clave para la comprensión de problema del desarrollo sostenible y la búsqueda de soluciones comunes para alcanzarlo, dado el carácter globalizado de sus implicaciones<sup>27</sup>

- **La dimensión física del desarrollo sostenible**

No obstante, es un hecho que la dimensión física adquiere gran relevancia (recursos naturales y en general el medio ambiente) dentro del concepto de desarrollo humano sostenible y el impacto de los actuales patrones de producción y consumo de energía, en especial la provenientes de combustibles fósiles y radioactivos (uranio, plutonio), sobre el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y por ende, en las variaciones del clima y sus implicaciones sobre el deterioro ambiental.

---

<sup>27</sup> En este sentido una vez más queda claro que para la mayoría de la población mundial, residente en el llamado “Tercer Mundo”, tan definición de desarrollo sostenible resulta insuficiente, pues sería muy difícil pensar en no comprometer las habilidades de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades cuando los requerimientos básicos del presente no están cubiertos.

En efecto, no obstante la subsistencia de considerables incertidumbre con relación a la interferencia humana (antropogénica) en los cambios que se aprecian en el medio ambiente, existen importantes señales del impacto que ha tenido la actividad del hombre sobre el mismo, en particular en el notable incremento de las concentraciones de GEI y su peligrosa repercusión sobre el balance energético del planeta y por tanto sobre el sistema climático.

El cambio climático es ciertamente una amenaza para la humanidad, sin embargo nadie puede determinar con seguridad sus futuros efectos o la magnitud de los mismos, incluso persiste aún desacuerdo sobre si realmente existe el problema (mientras que muchas personas temen a la extrema gravedad de los efectos, otras todavía argumenta que los científicos no pueden dar pruebas irrefutables de que sus previsiones se harán realidad), pero algo más, no está claro quiénes serán los que sufrirán más las consecuencias del cambio climático, los del norte?, los del sur?. Sin embargo, si la comunidad internacional espera a que quede claro cuáles serán las consecuencias y quiénes las víctimas, probablemente será demasiado tarde para actuar.

Las premoniciones de una posible catástrofe global se expresaron, por primera vez en los años 60, y pronto cristalizaron en predicciones acabadas. Los recursos de la tierra, se proclamaban, están siendo consumidos a un ritmo alarmante, mientras que la contaminación está destruyendo el balance ecológico del que depende la continuidad de la naturaleza. Sin embargo, estas advertencias provocaron una respuesta vigorosa por parte de los críticos que defendían la idea de que el crecimiento económico indefinido es posible. Lo hicieron apoyándose sobre todo en la teoría económica neoliberal la cual se fundamenta en el principio de que el mercado asegurará que no haya límites al crecimiento. Al igual que otros bienes, si cualquier recurso natural se vuelve más escaso, aumentará su precio y descenderá el consumo; si desciende el precio de los bienes, ello significará que la oferta está desbordando la demanda.

Con relación a la contaminación, el economista Julian Simon<sup>28</sup> y otras personas sostienen criterios similares al anterior, tendientes, simplemente a negar que haya causa alguna para preocuparse. En opinión de estas personas el calentamiento global, o bien no está ocurriendo, o bien es un fenómeno natural y no está siendo producido por la actividad humana. La naturaleza tiene propiedades restauradoras de un alcance mucho mayor que cualquier impacto que los humanos puedan causar sobre el medio ambiente, por ejemplo, la naturaleza está siempre creando nuevas especies a la vez que destruyéndolas<sup>29</sup>.

Es defendible tal visión de la interacción desarrollo económico-naturaleza. En opinión de Anthony Giddens<sup>30</sup>, no: **“las soluciones del mercado son posibles para una diversidad**

---

<sup>28</sup> Este señor debe en buena parte su fama a una apuesta que hace con el ecologista Paul Ehrlich en 1980. Simon apostó que para cualquier conjunto de recursos naturales que Ehrlich quisiera escoger, los precios serían inferiores en un determinado momento del futuro. Ehrlich escogió 1990, y eligió el cobre, el cromo, el níquel y el tungsteno. En 1990, los precios de estos recursos naturales eran de un 24% a un 78% más bajos que en el 1980. Ehrlich pagó puntualmente.

<sup>29</sup> Ver: Julian L. Simon y Herman Kahn (1984): “The Resourceful Earth”. Oxford, Blackwell.

<sup>30</sup> Anthony Giddens es el director de la London School of Economics and Political Science. Es considerado en el Reino Unido como el “gurú” de Tony Blair, influyendo de forma decisiva en la evolución del nuevo laborismo.

**de problemas ecológicos, pero, como en otras áreas, esto no debería implicar optar por el fundamentalismo del mercado. Ser confiado sobre los peligros ambientales sería por sí misma una estrategia peligrosa**<sup>31</sup>.

Es evidente que el cambio climático puede fomentar el desarrollo de una especie o liquidarla. En este último caso está la catástrofe que, según los criterios más autorizados, dio cuenta de la existencia de los dinosaurios sobre la tierra hace unos 65 millones de años.

Por otra parte, según otra teoría, los seres humanos evolucionaron cuando la tendencia a la disminución de las lluvias, hace unos 10 millones de años, estuvo seguida, hace 3 millones de años, por un brusco descenso de las temperaturas mundiales. Tal variación climática, probablemente, puso a los simios en una situación sumamente vulnerable al verse privados de sus ancestrales refugios, el cambio climático de larga duración hizo que los bosques fueran reemplazados por praderas. Ante la posibilidad real de desaparición total, los primates se adaptaron a la nueva situación a partir de dos cambios trascendentales: **i)** adopción de la postura erecta, lo que les permitió recorrer largas distancias, con las manos libres para transportar alimentos, crías y quién sabe qué cosas más; **ii)** incremento del volumen del cerebro y el aprendizaje del uso de instrumentos (las manos estaban libres) y de nuevos hábitos alimentarios. Generalmente se considera a este nuevo ser de cerebro más desarrollado como el primer humano.

A partir de entonces, las variaciones del clima han modelado el destino de la humanidad, y el hombre ha reaccionado en gran medida adaptándose, emigrando y desarrollando su inteligencia. Un ejemplo bien conocido es la llamada “Pequeña Era Glacial”, registrada en Europa a comienzos de la Edad Media, que provocó hambruna, insurrecciones y el abandono de las colonias septentrionales de Islandia y Groenlandia. El hombre ha soportado durante milenios los caprichos del clima, recurriendo a su ingenio para adaptarse, incapaz de influir en fenómenos de tal magnitud.

Paradójicamente, el éxito notable alcanzado por la especie parece haberla llevado a un callejón sin salida. Por ejemplo, el crecimiento demográfico ha alcanzado niveles tales que haría muy difícil una migración en gran escala en caso de un cambio del clima en gran escala; y los productos de su inteligencia lo han conducido a una situación desconocida en el pasado, antes el clima hacia cambiar a los humanos, ahora parece que estos están haciendo cambiar el clima.

En realidad, en casi todos los círculos científicos ya no se plantea determinar **si el cambio climático es un problema potencialmente grave, sino en qué forma se manifestará, cuáles serán sus repercusiones, y cuál será la mejor forma de detectarlas**. Los modelos informáticos de un sistema tan complejo como el clima terrestre no es aún lo suficientemente avanzados para dar respuestas claras y concluyentes. No obstante, si bien el cuándo, el dónde y el cómo no están totalmente definidos, el panorama que se desprende de estos modelos climáticos lanzan señales inequívocas de alarma: **i)** los regímenes de lluvias podrían variar provocando nuevos eventos de sequías o su reforzamiento, en los países más

---

<sup>31</sup> Ver: Anthony Giddens(1999): “La tercera vía. La renovación de la socialdemocracia”. Distribuidora y Editora Aguilar, Altea, Taurus, Alfaguara, S.A. Santafé de Bogotá, Colombia.



pobres, con importantes consecuencias para la salud; **ii**) desplazamientos de las zonas agrícolas hacia los polos debido al calentamiento de 1 a 3.5 grados centígrados en las regiones de latitud media, con posibles fuertes impactos en las principales zonas cerealeras actuales (Grande Llanuras de Estados Unidos), otras zonas mejoraran sus condiciones climáticas, tanto al norte como al sur, pero las características propias de esos terrenos impedirían la compensación de las pérdidas en los rendimientos de los suelos más productivos hoy; **iii**) la fundición de los glaciales y la dilatación térmica de los océanos podrían aumentar el nivel del mar y poner en peligro las zonas costeras bajas y las pequeñas islas.

- **EL PELIGRO GLOBAL DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL USO DE LOS RECURSOS FÓSILES DE ENERGÍA: COLABORACIÓN, TRANSFERENCIA DE RECURSOS Y CREACIÓN DE CAPACIDADES ENDÓGENAS.**

En tal sentido, la Convención Marco sobre el Cambio Climático de 1992, más conocida como la Declaración de Río, ratificada por la reunión de Río más 10 en Johannesburg (Africa del Sur) aborda este tema en su principio 15 **“Principio Precautorio”**, el cual señala que la falta de certeza científica absoluta en el caso de peligro de daño grave o irreversible para el medio ambiente no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza. En consecuencia, la comunidad internacional ha ido aceptando, gradualmente, este principio según el cual las actividades que puedan producir tales daños pueden restringirse, e incluso prohibirse, antes de que exista la certeza científica absoluta sobre sus repercusiones.

Los países que ratifican la Convención convienen en tener en cuenta el cambio climático en esferas tales como la agricultura, la energía, los recursos naturales y las actividades relacionadas con las zonas costeras, y en promover la elaboración de planes nacionales con vista a atenuar los efectos provenientes del cambio climático. También la Convención alienta a las Partes a compartir las tecnologías y a cooperar por todos los medios a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y los vertimientos de otros contaminantes al medio, especialmente los provenientes de los sectores energético, transporte, industria, agricultura, silvicultura y gestión de desechos, los cuales abarcan en su conjunto la casi totalidad de la emisión de GEI atribuibles a la actividad humana.

En este sentido, se ha identificado la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo y sus derivados) como la principal fuente de emisiones de GEI a la atmósfera. Por su parte, la principal fuente de emisión de CO<sub>2</sub> (gas responsable del 70% del calentamiento global) es el uso de combustibles fósiles y la deforestación, sin embargo la primera es la que provoca más del 70% de las emisiones antropogénicas de este gas.

La energía es imprescindible en todo el quehacer humano, desde la cocción, iluminación, la producción industrial y de alimentos, el transporte, hasta los servicios de salud y educación. En tal sentido, se puede decir, desde la perspectiva de los tiempos que la historia de la humanidad es la historia sobre el control de los recursos energéticos para el beneficio de la sociedad.

El consumo mundial de energía primaria se incrementó entre 1900 y 1950 en algo más de 2 veces al pasar de los 900 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) a unos 2100 millones de tep, registrándose posteriormente un salto más notable en el consumo al registrarse en el 2000 unos 8700 millones de tep (casi 4 veces), no obstante la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo y la ocurrencia de varios eventos que implicaron bruscos incrementos de los precios de los hidrocarburos que restringieron la demanda de estos e incentivaron los desarrollos sobre nuevas fuentes energéticas sustitutas y nuevas tecnologías para la utilización de fuentes renovables y en general el uso más eficiente de la energía.

Los temas sobre energía y políticas energéticas se han encausado, principalmente, a las formas de garantizar una oferta suficiente. Muchos países han considerado la producción suficiente y el consumo de energía uno de los principales retos. Así, los esfuerzos por establecer influencias o control sobre los campos de petróleo y gas, o sobre las rutas marítimas por donde se transportan estos recursos, ha generado de forma sostenida fuertes tensiones y problemas políticos que influyen aún en las relaciones internacionales, la economía, la ciencia y la tecnología.

En la actualidad, resulta extremadamente difícil abordar el análisis de la problemática energética sin tomar en cuenta la creciente influencia de la Globalización o mundialización (o quizás con mayor propiedad, la norteamericanización) de la economía, expresada a través del cambio de las formas y del protagonismo de la competitividad.

En el actual proceso de transformación de la economía mundial, cobra cada vez mayor relevancia la competitividad internacional de las naciones (firmas, regiones, países), esto es, la capacidad de éstas para incrementar su participación en los flujos comerciales de manufacturas y servicios más dinámicos internacionalmente. La competitividad internacional juega un rol cada vez más importante en la definición y repartición de los beneficios para la sociedad.

En tal sentido, la dimensión tecnológica adquiere una importancia crucial como factor de expansión de la productividad, considerada por muchos especialistas en el tema como uno de los elementos explicativos del mejoramiento (de manera sostenible) de la competitividad internacional.

El cambio tecnológico que se ha venido produciendo durante los últimos 20 años en los países desarrollados, no solo ha implicado la redefinición de las ventajas comparativas y por tanto del nivel de competitividad de las naciones, si no que ha alterado la división internacional del trabajo establecida desde mediados del siglo XX. Esto ha significado un sensible debilitamiento de la inserción de los países en desarrollo en los flujos más dinámicos de la producción y el comercio internacional, ampliando más la brecha existente en éstos con relación a la frontera de posibilidades tecnológicas (se refuerza el carácter de consumidores y seguidores del nuevo conocimiento tecnológico en detrimento de las capacidades de generación del mismo).

La crisis del petróleo (1973-1983) constituyó un factor de singular importancia en el cambio de los patrones tecnológicos con relación al uso de la energía, el cual complementó

y reforzó los incipientes desarrollos, no solo de las tecnologías de punta como en los casos de los nuevos materiales, la ingeniería genética y la biotecnología y la electrónica (cuyo desarrollo impactó positivamente en la ulterior expansión de las tecnologías intensivas en conocimientos y en los cambios ocurridos en los patrones de producción, comercio, y en la movilidad de los capitales), sino en los casos de las tecnologías y procesos establecidos.

El incremento de los precios del petróleo de 1973 y posteriormente el de 1979 produce un fuerte impacto tanto en las economías industrializadas como en las de los países en vía de desarrollo, en especial los importadores de energía, el cual indujo el surgimiento y consolidación de nuevos productores y la adopción de importantes programas de ahorro, sustitución y uso racional de la energía (principalmente en los países miembros de la OCDE)<sup>32</sup>.

Se ponen de manifiesto los serios problemas sobre la seguridad del abastecimiento de energía como consecuencia de importantes tensiones geopolíticas en las principales zonas productoras, preocupaciones relacionadas con el carácter finito y por tanto agotable de las reservas de hidrocarburos (en particular de petróleo) y comienzan a ganar espacio (desde finales de los años 60) los cuestionamientos de tipo ambiental en relación con los patrones de consumo energético vigentes.

Casi tres décadas después continúan latentes los problemas sobre seguridad del abastecimiento y el posible agotamiento de las reservas, sin embargo, las preocupaciones sobre el impacto ambiental del consumo de combustibles fósiles y la utilización de la energía nuclear han alcanzado un rol protagónico en los actuales esfuerzos de diversificación, uso racional, sustitución y ahorro de energía, así como en los cambios de los patrones y conductas con respecto a la utilización de estos recursos. El foco de atención de las políticas energéticas se han desplazado desde las posiciones que priorizaban los temas de la oferta de la energía, hacia los problemas relacionados con la utilización eficiente de la misma por parte de los usuarios finales (administración por el lado de la demanda).

Una vez más se ponen de manifiestos los problemas de la geopolítica del petróleo, una vez más es el Medio Oriente (donde se concentran casi las dos terceras partes de las reservas probadas de petróleo) el foco de las tensiones, en esta ocasión, nuevamente Iraq, donde se estiman estén las mayores reservas de petróleo del planeta.

Aparentemente los motivos del inminente conflicto están directamente relacionados con el tema del “terrorismo” y las “armas prohibidas de exterminio masivo”, muy en boga a raíz de los acontecimientos del 11 de septiembre del 2001, sin embargo hay suficientes elementos que, hasta para el poco entendido en el tema, pone en evidencia las verdaderas razones: la seguridad del abastecimiento energético.

La base para la política energética de la administración Bush, fue elaborada por un grupo de trabajo dirigido por Richard Cheney (Vicepresidente de los Estados Unidos de Norteamérica), “casualmente” antiguo presidente de una gran multinacional norteamericana

---

<sup>32</sup> OCDE: Organización de Países para el Desarrollo Económico

de servicios petroleros. El gran objetivo declarado en este documento es “el desarrollo de una política energética nacional diseñada para ayudar al sector privado, y cuando sea necesario y apropiado a los sectores estatales y locales, a la promoción de una producción energética confiable, adecuada y ambientalmente sana” y resolver el problema fundamental “el desbalance fundamental entre la oferta y la demanda que define la crisis energética en nuestra nación”<sup>33</sup>.

La proyección del consumo energético de los Estados Unidos para el año 2020 sería del orden de los 9750 millones de tep, un 30% del consumo en el 2000, pero lo más importante, implicaría un déficit equivalente a casi el 40% de este consumo (2250 millones de tep) y un 50% del consumo actual (2000). Por otra parte, estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), presenta el siguiente cuadro en relación a la dependencia energética por regiones:

<b>Dependencia petrolera mundial (%)</b>			
	<b>1997</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Norteamérica	44.6	52.4	58.0
Europa	52.5	67.2	79.0
Pacífico	88.8	91.5	92.4
OECD	54.3	63.3	70.0
China	22.3	61.0	76.9
India	57.4	85.2	91.6
Resto de Asia del Sur	87.2	95.1	96.1
Asia del Este	53.7	70.5	80.7

Fuente: Carlos G. Álvarez, Universidad Nacional de Colombia (2003): “Colombia: una década de privatizaciones de las rentas petroleras ante una crisis energética en ciernes”.

Del análisis de la proyección presentada por las AIE, no solo queda claro el objetivo principal de la nueva guerra que planifica el gobierno de Bush, sino la posición extremadamente comprometida en que se verían los miembros europeos y asiáticos (en especial Japón) de la OECD, cuando los Estados Unidos tengan el control de las reservas iraquíes de petróleo.

Los fenómenos de contaminación en las megaciudades, la lluvia ácida y, más recientemente, el de la acumulación de gases de efecto de invernadero en la atmósfera, provenientes de la utilización de los combustibles fósiles y su influencia negativa sobre el cambio climático ocupan los principales puntos en las agendas de las principales autoridades nacionales y supranacionales.

A partir de 1990, alguno de los principales estudios científicos realizados sobre cambio climático son ejecutados por el Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC) auspiciados por la Organización Meteorológica Internacional y el Programa Medioambiental de las Naciones Unidas.

<sup>33</sup> Ver: Report of the National Energy Policy Development Group, disponible en: <http://www.whitehouse.gov/energy/text/index.html>.

Las investigaciones realizadas evidencian que el incremento de la concentración de gases de efecto de invernadero en la atmósfera ha alterado el balance de energía del planeta, lo que pudiera conducir al calentamiento global de la tierra con serios efectos negativos irreversibles. Esta situación ha sido ratificada por posteriores reportes de investigación de los diferentes grupos de trabajo del IPCC, siendo los aspectos más significativos el evidente deterioro de los diferentes sistemas naturales y comunidades humanas por el incremento de la concentración de gases de efecto de invernadero y aerosoles que han perturbado el equilibrio energético del planeta.

Se espera que el clima global continúe cambiando en el futuro. Diferentes estimaciones señalan incrementos en la temperatura media de la superficie terrestre entre 1 y 3.5 grados centígrados para el año 2100 (tan rápido crecimiento de la temperatura terrestre no se registraba desde hace unos diez mil años). Como consecuencia de ello, la altura del nivel de los mares se ha de incrementar en unos 0.95 metros, lo cual acarrearía serias dificultades de índole socio económica y política al afectar a casi la mitad de la población mundial que viven en las costas.

Otros efectos previsibles del cambio climático y el incremento de la contaminación ambiental redundarían sobre la escasez de la producción de alimentos y el empeoramiento de la salud humana por el deterioro de la calidad del aire y el agua y la proliferación de enfermedades infecciosas<sup>34</sup>.

Ante tales perspectivas, el desarrollo a largo plazo, desde la óptica de la sustentabilidad energética, estará más sujeto a restricciones de tipo medioambiental que a las presiones provenientes de la escasez relativa de las fuentes de energía tradicionales, en especial, los combustibles fósiles, lo que no significa que el tema del agotamiento de las reservas económicamente explotables de combustibles fósiles no tenga gran relevancia. Si no hay un cambio radical en los hábitos y patrones de consumo actuales energía, es muy probable que la existencia de la humanidad se vea seriamente comprometida mucho antes que la de los recursos energéticos no renovables.

Después de los serios esfuerzos desplegados en el desarrollo de tecnologías ahorradoras de energía, en la sustitución y uso racional de los recursos no renovables y la introducción de fuentes nuevas y renovables de energía durante más de una década, inducidos por los sucesivos shock petroleros, la caída de los precios de los hidrocarburos a partir de 1983 hace evidente la desaceleración de algunos procesos de sustitución energética y de los esfuerzos en investigación y desarrollo en el campo de las energías renovables, no obstante las profundas mutaciones de carácter estructural producidas en el período de altos precios y prevalecer las condiciones de inseguridad del abastecimiento.

Por otra parte, los problemas derivados del carácter agotable de las reservas energéticas no parecen ser tan graves como se pensaba en los inicios de los años 70. El propio efecto de las crisis petroleras incentivó de forma significativa los trabajos de búsqueda y explotación de nuevos yacimientos y la revalorización de otros, con la consecuente expansión de las reservas probadas de hidrocarburos.

---

<sup>34</sup> Ver: IPCC: Special Report of IPCC Working Group III, 2000.

Así, mientras que entre 1975 y 1994 la extracción de petróleo creció en un 17%, el nivel de las reservas probadas de este recurso lo hizo en un 40% (2.5% por cada por ciento de incremento la extracción). En 1975 se estimaba que las reservas probadas de petróleo durarían unos 36 años de mantenerse el nivel de extracción de ese año, veinte años después, en 1994, el tiempo de duración de las reservas se ha incrementado en 9 años respecto a 1975.

Algo similar ocurre con las reservas probadas de gas natural que extiende su ratio de 58 años, en 1974, a 68 años en 1994 y de carbón mineral que de unos 176 años en 1974 pasa a 236 años en 1994<sup>35</sup>.

<b>Relación reservas probadas/extracción (años)</b>			
	<b>Petróleo</b>	<b>Carbón mineral</b>	<b>Gas Natural</b>
1975	36	176	58
1994	45	236	68
Estimado 2001	<b>43</b>	<b>236</b>	<b>62</b>

Fuente: Sistema de Información Económico Energética (SIEE) de la Organización Latinoamericana de la Energía (OLADE).

Sin embargo, existen severas críticas y serias dudas con relación a las metodologías empleadas para valorar las reservas, algo más, en la información estadística disponible se manejan indistintamente diferentes definiciones de reservas, lo cual, en opinión de estos especialistas, genera no poca confusión. Por otra parte, los reportes de la extracción diaria son elaborados de manera poco unificada, también existen serias dudas con relación a la calidad y veracidad de la información referida a las reservas probadas, pues los grandes recopiladores de información se contentan con sistematizar los datos oficiales de gobiernos, que bien pudieran tener intereses estratégicos en ocultar este tipo de información o, peor aún, de exagerarla<sup>36</sup>. Así las dudas sobre el tamaño efectivo de las reservas probadas informadas por las principales agencias especializadas son serias.

En este sentido, las reservas últimas recuperables, que incluyen las ya extraídas, las reservas probadas y las posibles a encontrar con cierto nivel de probabilidad, ascienden en la estimación de Campbell y Laherrere a unos  $2\ 800 \times 10^9$  barriles y en la del United States Geological Survey (USGS), a unos  $3\ 000 \times 10^9$  barriles, un 9% mayor. Tal diferencia es la responsable de que el pico de producción calculado por los geólogos independientes se presente próximo al año 2010, mientras que el de la USGS, sea en el 2026.

- **La Investigación y Desarrollo (I+D) en el campo de las nuevas tecnologías energéticas: los problemas de acceso.**

<sup>35</sup> El cálculo de la razón reserva / producción se realizaron a partir de la información correspondiente en SIEE de OLADE sección de Información Mundial.

<sup>36</sup> Colin Campbell, geólogo petrolero y animador del Centro de Análisis del Agotamiento del Petróleo en Londres y consultor muy reconocido en el terreno de evaluación de reservas, hace fuertes críticas sobre la realidad de las reservas probadas que informa Oil and Gas Journal y con los resultados de la valoración sobre dotación última de hidrocarburos del planeta realizada por United States Geological Survey. Sin embargo cabría preguntarse si no existirán incentivos para minimizar la información relativa a las reservas.

Por último, valdría la pena puntualizar algunos aspectos que cobran relevancia en el campo de la energía en la actualidad y en su desarrollo a largo plazo: desarrollo tecnológico, incentivos, transferencia tecnológica, colaboración.

En primer lugar está el hecho de que son los factores ambientales estrechamente relacionados con la sustentabilidad de los patrones de desarrollo humano los que están ejerciendo las mayores presiones en relación a los esfuerzos de investigación, desarrollo e introducción en el mercado energético de nuevas tecnologías basadas en recursos renovables o en combustibles fósiles, más eficiente, limpias y en última instancia, coherente con las estrategias de desarrollo sostenible.

El tema está explícitamente recogida en la Declaración de Río en su principio número 7, “Responsabilidades comunes pero diferenciadas”. En este punto la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático reconoce implícitamente la deuda ambiental que los países desarrollados han adquirido con el resto de la comunidad internacional tras haber sometido al medio ambiente a un conjunto de externalidades negativas y acumulativas producto de su trayectoria de industrialización. Por ejemplo, las concentraciones de CO<sub>2</sub> (gas responsable de casi el 70% del calentamiento atmosférico antropogénico), han aumentado al doble de los niveles existentes previo al proceso de industrialización.

Este principio implica que los países industrializados deben asumir mayores compromisos que el resto en el contexto de los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, reflejando las diferencias existentes entre los diversos grupos de países tanto respecto a su participación histórica en la generación de externalidades como de sus compromisos específicos de emprender acciones mitigadoras de acuerdo con sus posibilidades financieras y tecnológicas.

De esta forma se pretende asegurar una mayor equidad en la distribución de los costos de mitigación y adaptación entre países con diferentes niveles de ingreso, en este sentido la Convención establece compromisos más rígidos para los países ricos entre los que se destacan las limitaciones cuantitativas de emisiones de GEI y las contribuciones financieras adicionales (con relación a los niveles de ayudas actuales) a los países en desarrollo.

Sin embargo, a pesar de los compromisos expresados en este principio, 10 años después de Río, poco se ha avanzado con respecto al tema de transferencia tecnológica y ayuda financiera. Por ejemplo, los flujos de asistencia oficial para el desarrollo (AOD) han disminuido de forma drástica y actualmente se encuentran en menos de la tercera parte de la meta del 0.7% del PIB de los países desarrollados acordados en Río. A propósito, la última reunión entre países ricos y pobres para tratar el tema de ayuda para el desarrollo celebrada en Guadalajara, el pasado año 2002, poco o casi nada se avanzó en el tema del cumplimiento del compromiso de ayuda para el desarrollo del 0.7% ya mencionado, lo que

refleja las serias dificultades para alcanzar un consenso internacional tendientes a promover transferencias efectivas de tecnologías y recursos<sup>37</sup>.

Es así que se deberán buscar fórmulas alternativas para llevar a cabo dichas transferencias. Ejemplos positivos de este tipo de mecanismo alternativo han existido y pueden servir de referencia. Tal es el caso de la implementación internacional del Protocolo de Montreal sobre sustancias agotadoras de la capa de ozono, que implicó la puesta en marcha de un fondo de reconversión industrial para financiar la transición tecnológica en los países en desarrollo. Por esta misma dirección se están orientando las negociaciones en torno al llamado “mecanismo de desarrollo limpio” (MDL) en el marco del Protocolo de Kyoto<sup>38</sup>.

En la conceptualización analizada de desarrollo y desde la perspectiva de la energía, adquieren notable importancia las inversiones de capital en el ahorro y mejoramiento de la eficiencia energética en los usuarios finales y la aplicación de políticas gubernamentales dirigidas a incentivar la actividad de investigación y desarrollo e introducción de las nuevas tecnologías en el mercado de los servicios energéticos. Es aceptado internacionalmente la mayor rentabilidad de los proyectos de mejoramiento de la eficiencia en relación con los enfoques tradicionales de expansión de la oferta de energía, de tal forma que el ahorro representa una de las fuentes más importantes de energía.

Otro aspecto clave que queda evidenciado en los escenarios y proyecciones internacionales está relacionado con las fuentes de financiamiento para las inversiones de capitales en el campo de la energía y con el problema de la transferencia de tecnologías, habida cuenta de que las mayores tasas de crecimiento de la demanda de energía, en el futuro, corresponderán a los países en desarrollo<sup>39</sup> y son en éstos donde se concentran las mayores limitaciones de los mercados de capital y en el acceso a los créditos para inversiones en este campo.

Por otra parte, los principales logros, avances y perspectivas de I+D corresponde, en lo fundamental, a los países desarrollados, especialmente los Estados Unidos, lo que unido a los esquemas de transferencias de tecnología prevaleciente en la actualidad y pese a los esfuerzos desplegados por las organizaciones supranacionales antes comentados, dificultan y retardan los procesos de asimilación, adaptación, aprendizaje e innovación de las nuevas

---

<sup>37</sup> En el III Informe Especial del Grupo de Trabajo del IPCC se define como transferencia tecnológica a el conjunto amplio de procesos que incluyen los flujos de conocimiento (know how), experiencias y equipamiento para la mitigación y adaptación a los cambios climáticos entre los diferentes actores esto es, gobierno, sector privado, organizaciones no gubernamentales e instituciones universitarias y de investigación.

<sup>38</sup> Este mecanismo se plantea como una forma de asignar créditos destinados al financiamiento de proyectos de reducción o eliminación de emisiones de GEI en los países en desarrollo. Mientras que otros mecanismo, como el de implementación conjunta y el de comercio de emisiones hacen énfasis en el propósito de reducir las cantidades de GEI emitidos en el 2008-12 en un 5% del nivel registrado en el 2000, en los países desarrollados, el MDL se refiere a las emisiones en los países en desarrollo.

<sup>39</sup> Estimaciones del Departamento de Energía de los Estados Unidos señalan que la demanda de combustibles líquidos en los países en desarrollo se incrementará un 55% entre 1990 y 2000, representaron 1/3 de la demanda mundial (de 1/4 en 1990). Un importante papel lo tendrá la expansión de los servicios de transporte terrestre, en este sentido se observó un importante crecimiento en el número de vehículos automotores en los países en desarrollo entre 1980 y 1990 (de 49 millones, 12% del total mundial a 92 millones, 16%), muy especialmente en los países de Asia (de 14 a 39 millones de vehículos en el período).



tecnologías en los países en desarrollo. A esto se une también la escasez de capacidades empresariales, institucionales, de calificación de la fuerza de trabajo y la debilidad de los mercados de capitales, lo que dificulta, en buena medida, la identificación de proyectos competitivos en el campo de la energía<sup>40</sup>. El incumplimiento reiterado de los acuerdos de aportar el 0.7% del los productos internos brutos respectivo por parte de las naciones más desarrolladas para apoyar el desarrollo en el llamado “Tercer Mundo”.es un ejemplo claro de las difíciles circunstancias en la que se desenvuelven las relaciones de transferencia de recursos y tecnologías entre el “Norte” y el “Sur”.

La siguiente tabla ayuda en algo a comprender la dicotomía que se plantea entre necesidades de desarrollo, transferencia de tecnologías y de capital financiero, por un lado, y los principales temas de investigación y desarrollo en el tema energético y los polos más activos en esta actividad. Queda claro, por un lado, el carácter estratégico de las relaciones “Norte-Sur” y por otro los tremendos esfuerzos que han de desplegarse en relación a la dimensión económica y social para lograr un desarrollo sostenible tal y como se definió al inicio del trabajo, según la conceptualización del PNUD.

Se observa que, a excepción de países como la India y Brasil que destinan esfuerzos a la investigación y desarrollo de determinadas fuentes renovables de energía (sistemas eólicos en el caso de la India y generación de electricidad a partir de la biomasa), el resto de las actividades está concentrada en los países ricos, en especial, Estados Unidos de Norteamérica y los países nórdicos y Alemania, en donde juegan un rol importante en esta actividad las grandes multinacionales petroleras y energéticas que hoy también acaparan la mayor parte del negocio energético tradicional (sustentado en recursos no renovables).

---

<sup>40</sup> Ver: García Hernández, Adriano (1999): “La dimensión global del desarrollo sostenible: el caso de la energía”. AUNA-Cuba, Análisis de Coyuntura, No. 4, mayo.

<b>PRINCIPALES LINEAS DE I+D EN EL CAMPO DE LA ENERGIA</b>			
<b>TECNOLOGIA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>APLICACION</b>	<b>PAISES MAS AVANZADOS EN LA I+D</b>
<b>Celdas combustibles</b>	<b>Baja temperatura:</b> Acido fosfórico <b>PAFCs</b> Escala cientos de kW. Membrana de intercambio protónico. <b>PEMFCs</b> . Escala 35 a 250 kW	PAFCs: cogeneración en edificaciones comerciales y residenciales (climatización, calentamiento de agua)	PAFCs: Japón y USA único tipo de dispositivo de baja temp. explotado comercialmente PEMFCs: experiencias avanzadas en Columbia Británica, Canadá.
	<b>Altas temperaturas:</b> Carbonato directo <b>DCFCs</b> Escala demostrativa 2MW. Oxidos sólidos <b>SOFCs</b> Escala: cientos de kW	Cogeneración : necesidades de suministro de calor de altos parámetros.	USA: aplicaciones en sistemas de potencia híbridos (modelos desarrollados por la Electric Power Research Institute, California)
<b>Foto voltáica</b>	Redes de pequeña escala y sistemas aislados	Refrigeración, iluminación y servicios de electricidad en general	Varios países industrializados (componente integral de cubiertas de edificaciones). Vanguardia : Holanda, Japón, USA.
	Centrales de generación Escala desde los MW hasta los 100 MW	Generación de electricidad, proyecto demostrativo 4 MW Hawai, Proyecto India 50 MW, proyecto sujeto a aprobación 100 MW Nevada USA	USA.
<b>Calor solar</b>	Pequeña escala: sistemas de calentamiento de agua SWHs	Dispositivos pasivos (arquitectura ambiental). Dispositivos: activos calentadores solares	Japón, Israel, Chipre y amplia difusión en países en desarrollo
	Escala del orden de las decenas de MW.	Generación de electricidad en centrales solares. Aplicaciones en sistemas híbridos	USA. Desarrollo de versiones mejoradas en varios países en desarrollo
<b>Sistemas eólicos</b>	Escala desde los cientos de Kw hasta los Mw formando parte de sistemas eólicos o como componente de los sistemas intermitentes de energía renovable.	Generación de electricidad en regiones remotas con buenos recursos de vientos y formando parte de sistemas híbridos o intermitentes de energías renovables	Europa Occidental (Alemania), Asia (India). USA: experiencias avanzadas generación a costos similares a los de las nuevas plantas a carbón).
<b>Generación de electricidad a partir de la gasificación de la biomasa</b>	Pequeña escala: 5-200kW villas rurales. Escala mayores decenas de Mw.	Bombeo de agua, iluminación. Cogeneración Industrial, en particular las agroindustrias.	USA, países escandinavos, Italia, Holanda, Reino Unido y Brasil. (proyecto de BIG/CC de 30 MW)

FUENTE: Elaborado a partir de "Energy After Río", Capter 3 "New Opportunities in Energy Demand, Supply and Systems".

TECNOLOGIA	ESCALA	APLICACION	PAISES MAS AVANZADOS EN LA I+D
<b>Biogas</b>	Pequeñas escalas villas rurales (5 kW)	energía para el bombeo, combustible para cocción e iluminación	Experiencias más exitosas India. Otros países en desarrollo.
<b>Combustibles limpios para el transporte</b>	Transporte automotor.	Transporte de pasajeros y carga terrestre.	USA (Brasil en el caso del alcohol) Europa en el caso de la descarbonificación y secuestro del CO”

FUENTE: Elaborado a partir de “Energy After Río”, Capter 3 “New Opportunities in Energy Demand, Supply and Systems”.

• **CUBA: EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y EL IMPACTO DE LA ENERGÍA.**

Los factores antes mencionados tienen un importante impacto en el caso cubano ya que si bien no enfrenta, aún, los serios problemas de contaminación, son realmente relevantes los aspectos relacionados con la fuerte dependencia de la energía importada (seguridad energética), especialmente de combustibles fósiles, lo que constituye una carga difícilmente soportable para el crecimiento económico a mediano y largo plazo, las serias limitaciones de acceso a créditos y otras formas de financiamiento, así como a la transferencia de tecnologías debido, en buena medida, al bloqueo impuesto al país por los Estados Unidos<sup>41</sup>.

Por otra parte, el país cuenta con importantes recursos energéticos renovables como la energía solar, la eólica y en especial la biomasa vinculada a la producción de azúcar de caña. Cuenta, además con los recursos humanos suficientemente calificados para emprender un importante esfuerzo en la investigación y desarrollo en este campo. En realidad, son extremadamente escasos los recursos financieros disponibles que son posibles destinar a esta actividad, sin embargo, es destacable el hecho de que en pleno período de crisis económica (“período especial”) se hayan dedicado a la actividad de ahorro, uso racional de la energía y desarrollo de las fuentes nacionales, renovables o fósiles 4 veces más recursos que todos los destinados en el período anterior<sup>42</sup>.

Hitos de gran relevancia en los esfuerzos nacionales por el uso sostenible de la energía y en general de los recursos naturales fueron la aprobación por el Gobierno y Parlamento cubano, en 1993 del Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía, el cual puso de manifiesto el notable potencial de las fuentes nacionales de energía en la reducción de la dependencia energética externa de la economía cubana y, por primera vez, la importancia estratégica que representaban para el desarrollo sostenible la elevación de la eficiencia energética y el aprovechamiento de los recursos renovables; y el lanzamiento, en

<sup>41</sup> En este sentido, hay que señalar el efecto negativo sobre las inversiones, en este caso las referidas al campo de ahorro y uso racional de la biomasa cañera para la generación de electricidad de la Ley Helms - Burton, donde se han malogrado algunos proyectos de colaboración con firmas internacionales dedicadas a esta actividad.

<sup>42</sup> Ver: García Hernández, Adriano (1999): “La dimensión global del desarrollo sostenible: el caso de la energía”. AUNA-Cuba, Análisis de Coyuntura, No. 4, mayo.

1997, del Programa de Ahorro de Energía Eléctrica de Cuba (PAEC), con el cual se logró detener la tendencia al crecimiento de la demanda máxima de electricidad, lo cual significó en estos últimos años diferir inversiones en nuevas capacidades de generación por un monto de casi 150 MW (unos 1500 millones de dólares).

Otro paso de gran importancia, de orden institucional, en este sentido, está relacionado con la creación, en 1994, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) y la promulgación de la Ley No.81 del Medio Ambiente, en 1997, y la aprobación de la Estrategia Ambiental Nacional (integrada por las estrategias sectoriales y territoriales), en el propio año; incorporándose la dimensión ambiental a los cuerpos legislativos emitidos por otros Organismos de la Administración Central del Estado (Ley de Inversión Extranjera, Ley de Minas, Ley Tributaria, Decreto-Ley de Zonas Francas, Decreto-Ley de Pesca, entre otros)<sup>43</sup>.

Sin embargo, cabe destacar que ya en la Constitución de la República de Cuba, promulgada el 24 de febrero de 1976, se recogía en el artículo 27 lo siguiente: “para asegurar el bienestar de los ciudadanos, el Estado y la Sociedad protegen la naturaleza. Incumbe a los órganos competentes y además a cada ciudadano velar porque sean mantenida limpias las aguas y la atmósfera y que se proteja el suelo, la flora y la fauna”. En 1978 se elaboró la “Estrategia de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2000”, centrada por el entonces Comité Estatal de Ciencia y Técnica y la Academia de Ciencias de Cuba, en el cual se recogía el diagnóstico de los principales problemas ambientales y sus variantes de solución, estableciéndose, entre otros aspectos, el Sistema de Areas Protegidas<sup>44</sup>.

En el propio año 1976 fue creada la Comisión Nacional para la Protección del Medio Ambiente y la Conservación de los Recursos Naturales (COMARNA), promotora de importantes iniciativas ambientales, entre ellas la promulgación de la Ley 33 sobre la Protección del Medio Ambiente y del Uso de los Recursos Naturales (1981), la elaboración del Programa Nacional de Medio Ambiente (1985), así como la implantación de los procedimientos de evaluación de los impactos ambientales y diferentes programas como los de aprovechamiento de los residuales industriales y los de protección de los ecosistemas frágiles.

En 1992 se modificó el artículo 27 de la Constitución estableciendo que: “el Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del País. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo económico y social sostenible para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”<sup>45</sup>.

---

<sup>43</sup> Ver: Borges Hernández, Teresa (1999): “La Política Ambiental Cubana” Análisis de Coyuntura, No.4 mayo AUNA Cuba.

<sup>44</sup> Ver: Atienza A. (2000): “La dimensión ambiental del desarrollo. Antecedentes y actualidad en Cuba”. Cuba Investigación Económica, año 6, No.2, abril-junio, Instituto Nacional de Investigaciones Económicas.

<sup>45</sup> Ver: Atienza A. (2000): “La dimensión ambiental del desarrollo. Antecedentes y actualidad en Cuba”. Cuba Investigación Económica, año 6, No.2, abril-junio, Instituto Nacional de Investigaciones Económicas.

En cuanto a los principales problemas ambientales que enfrenta el país relacionados al desarrollo económico, estos están vinculados con los problemas de desertificación y las sequías, por una parte, y el problema de la “lluvia ácida” vinculada con el uso intensivo del crudo nacional, con concentraciones muy elevadas de azufre, en la producción de energía (en especial electricidad). El primer caso abarca los problemas provenientes de: **i)** degradación de los suelos (salinización, erosión, compactación, mal drenaje, cambios de pH, uso inapropiado, entre otros); **ii)** manejo inadecuado de los recursos hídricos (agotamiento de las fuentes, altas tasas de evaporación y deterioro de la calidad del riego); **iii)** Contaminación ( de las aguas, desequilibrios nutricionales, presencia de residuos agroquímicos en alimentos, suelos y aguas a niveles no permisibles, afectaciones de la flora y la fauna por residuos agroquímicos, entrada al país de sustancias químicas para la fertilización etc de impacto desconocido, vertimientos de residuos de procesos agroindustriales al medio provocando contaminación de aguas, entre otros); **iv)** Deforestación (manejo inadecuado de los recursos forestales, maglares en particular, áreas mineras e insuficiente ritmo de crecimiento del área forestal mediante plantaciones); y **v)** pérdida de la biodiversidad<sup>46</sup>.

En cuanto al segundo problema mencionado, la lluvia ácida, resultante de la quema del crudo nacional, resulta en estos momentos “un mal menor” si se tiene en cuenta el carácter local del daño que ocasiona al medioambiente las emisiones de dióxido de azufre (H<sub>2</sub>S) en comparación con el costo social, prácticamente insostenible, que tendría el uso de productos del petróleo relativamente más limpios, particularmente en momentos de crecimientos bruscos de los precios de los hidrocarburos.

Por supuesto, no se pretende restarle importancia al impacto del dióxido de azufre tanto en la salud humana, como en los bienes, cultivos y en particular sobre el propio equipamiento que usa el crudo nacional y una señal de esto son los esfuerzos que se realizan por parte de los centros de producción e instituciones de investigación y universidades para encontrar soluciones propias al problema de la contaminación proveniente del crudo nacional y mitigar sus efectos sobre la salud y los bienes. En estos momentos se están empleando una serie de formulaciones que mezclan el crudo con otros combustibles y aditivos con el fin de reducir tanto viscosidad como concentración de azufre y mejoren notablemente la eficiencia de su combustión y su efecto negativo sobre el ambiente.

En el mercado internacional no abundan las tecnologías para tratar este tipo de crudos con altos contenidos de azufre y las que existe tienen un elevado costo, lo cual, hasta el momento, las pone fuera de las posibilidades del país. Para la instalación de este tipo de plantas de limpieza de petróleos con altos contenidos de azufre se requieren unos mil millones por cada millón de toneladas de crudo tratado, sin considerar la solución a los residuos de tal proceso de depuración.

---

<sup>46</sup> Ver: Cabrera Trimiño, Gilberto J. (1999): “Población Ambiente y Desarrollo en Áreas Afectadas por la Desertificación”. Análisis de Coyuntura, No.4 mayo AUNA Cuba.