

Mundo Siglo XXI

Revista del Centro de Investigaciones Económicas,
Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional

**HACIA UNA CRÍTICA ECOLÓGICA
DE LA ECONOMÍA POLÍTICA (PRIMERA PARTE)**
ELMAR ALTVATER

**MÉXICO: LA ECONOMÍA
DEL DESARROLLO INSUSTENTABLE**
AMERICO SALDIVAR

**PROTECCIÓN DE VARIEDADES VEGETALES
ENTRE EL BIEN PÚBLICO Y EL BIEN PRIVADO**
RUBEN OLIVER ESPINOZA

**VISION GENERAL DE LA OFERTA
Y DEMANDA DE EMPLEO EN MÉXICO**
OSCAR OLIVERA RUIZ

**METODOLOGÍA EN
LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA**
MODESTO SANCHEZ SILVA

CAPITALISMO PATENTADO
ULRICH BRAND Y CHRISTOPH GÖRG

**POLÍTICAS PÚBLICAS Y
FUTURO DE LA ENERGÍA**
JUAN VIEYRA CALDERON

LIDERAZGO EMPÁTICO
GUILLERMO VELÁZQUEZ VALADEZ

**LOS EVOLUCIONISTAS O
NEOSCHUMPETERIANOS**
OCTAVIO PALACIOS SOMMER



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

DIRECTORIO

José Enrique Villa Rivera
Director General

Efrén Parada Arias
Secretario General

José Madrid Flores
Secretario Académico

Víctor Manuel López López
Secretario de Extensión y Difusión

Manuel Quintero Quintero
Secretario de Apoyo Académico

Mario Alberto Rodríguez Casas
Secretario Técnico

Raúl Sánchez Ángeles
Secretario de Administración

Juan Ángel Chávez Ramírez
Abogado General

Luis Humberto Fabila Castillo
Coordinador General de Posgrado e
Investigación

Fernando Fuentes Muñiz
Coordinador General de Comunicación Social
y Divulgación

DIRECTORIO CIECAS

Mario Sánchez Silva
Director

María de Lourdes Sánchez
Subdirección de Investigación

Luis Calderón
Subdirección de Consultoría


Ma. de la Paz Silva Borjas
Subdirección de Apoyo


Índice


Editorial 1


 **Mario Sánchez Silva**
Toma de protesta como Director del CIECAS 5

Fundamentos y Debate

 **Elmar Altvater**
*Hacia una crítica ecológica de la economía
política (Primera parte)* 9

 **Ulrich Brand y Christoph Görg**
*Capitalismo patentado: acerca de la economía
política de los recursos genéticos* 29

 **Américo Saldívar**
*México, la economía del
desarrollo insustentable* 41

 **Juan Vieyra Calderón**
*Las políticas públicas y el futuro
de la energía en México* 51

Mundo Siglo XXI es una publicación del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional. Año 2005 número 1, revista trimestral, junio 2005. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Número 04-2005-062012204200-102, Certificado de Licitud de Título Número 13222, Certificado de Licitud de Contenido Número 10795, ISSN (en trámite). *Impresión:* Talleres Gráficos del IPN, Dirección de Publicaciones: Tresguerras 27 Col. Centro, C.P. 06040, Tel. 5729 6000 Ext. 65156. Tiraje: 2,000 ejemplares. *Establecimiento de la publicación, suscripción y distribución por:* Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, IPN, Lauro Aguirre No. 120, Col. Agricultura, C.P. 11360, México D.F., Tel: 5729-60-00 Ext. 63117; Fax: 5396-95-07. e-mail. ciecas@ipn.mx. *Precio del Ejemplar:* en la Republica mexicana: **\$30.00**. Las ideas expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales, siempre y cuando se mencione la fuente. No se responde por textos no solicitados.

Mundo Siglo XXI



Mundo Siglo XXI

Luis Arizmendi
Director


CONSEJO EDITORIAL

Jaime Aboites, Víctor Antonio Acevedo, Carlos Aguirre, Francisco Almagro (Cuba), Guillermo Almeyra (Argentina), Jesús Arrollo, Guillermo Aullet, Alicia Bazarte, Sergio Berumen, Julio Boltvinik, Atilio Borón (Argentina), Roberto Castañeda, Filiberto Castillo, Axel Didrikson, Bolívar Echeverría (Ecuador), Carlos Fazio, Magdalena Galindo, Alejandro Gálvez, Juan González García, Oscar Guerra, Héctor Guillén (Francia), John Holloway (Irlanda), Ramón Jiménez, Argelia Juárez, Marcos Kaplan, Luis Lozano, Irma Manrique, Ramón Martínez, Francis Mestries, Humberto Monteón, Alberto Montoya, David Moreno, Alejandro Mungaray, Abel Ogaz, Enrique Rajchenberg, Federico Reina, Humberto Ríos, Gabriela Riquelme, Luis Arturo Rivas, Blanca Rubio, Américo Saldivar, José Augusto Sánchez, John Saxe-Fernández (Costa Rica), Horacio Sobarzo, José Sobrevilla, Abelino Torres Montes de Oca, Carlos Valdés, Guillermo Velázquez


David Márquez
Diseño Gráfico


Gricelda Guzmán
Elizabeth Merchán
Xóchitl Morales
Corrección de Estilo


Raquel Barrón
Comercialización

-  **Rubén Oliver Espinoza**
Protección de variedades vegetales entre el bien público y el bien privado 63

Artículos y Miscelánea

-  **Guillermo Velázquez Valadez**
Liderazgo empático: un modelo de liderazgo para las organizaciones 71

-  **Octavio Palacios Sommer**
Los evolucionistas o neoschumpeterianos 87

-  **Modesto Sánchez Silva**
La metodología en la investigación cualitativa 115

-  **Oscar Olivera Ruiz**
Visión General de la Oferta y la Demanda del Empleo en México, 2000 – 2010 119

Hacia una Crítica Ecológica de la Economía Política¹ (Primera Parte)

E L M A R A L T V A T E R *

RESUMEN: El lector tiene en sus manos una excelente contribución para impulsar el desarrollo del análisis crítico del capitalismo contemporáneo que, partiendo muy sugerentemente de la contradicción valor de uso/valor, busca llevar la crítica de la economía política hacia una crítica ecológica de la economía política en un doble sentido, por un lado, porque realiza un debate demoledor con la teoría del equilibrio general y la “economía de los recursos” como expresiones de la perspectiva de la economía ortodoxa o convencional, que, en el mejor de los casos, pretenden que los daños al ambiente como valor de uso pueden ser suficientemente compensados con su “internalización” bajo la lógica del valor, lo que no es más que otro modo de mantener en pie un radical “olvido de la naturaleza”; por otro, porque explora tanto la urgente necesidad como la posibilidad real de una reconfiguración epocal que le permitiera al capitalismo metamorfosearse para convertirse en un “capitalismo ecológico”, concluyendo que siendo un proceso efectivamente en curso, no obstante, está destinado a constituir una transición imposible. Se trata de un rico ensayo que se convertirá, no cabe duda, en un referente ineludible en el debate crítico sobre la crisis ambiental mundializada y sus tendencias en nuestro tiempo.

1. El efecto ecológico de la deuda

La crisis de la deuda del Tercer Mundo se generó porque el servicio de la deuda externa no podía ser financiado exclusivamente por el crecimiento del ingreso por divisas, así que tuvo que realizarse transferencia de recursos de los activos de capital de las naciones deudoras hacia los países acreedores. Martínez-Alier, en su libro *Economía Ecológica*, se refiere precisamente a esto cuando cita la perspectiva del químico Frederick Soddy al afirmar:

“el pago de intereses únicamente podía provenir del crecimiento de la economía o del empobrecimiento de los países deudores, por esto no puede haber una teoría económica pura del crecimiento, ya que, el crecimiento depende, en última instancia, de factores físicos, esto es, de la disponibilidad de energía”.²

¹ Traducción realizada por Luis Arizmendi, Brenda García, Ruth Martín y Carlos Valdés M.

* Investigador de la Universidad Libre de Berlín, Alemania. Sin duda, uno de los más prestigiosos economistas políticos de Europa, con más de una docena de libros que analizan problemas y tendencias del sistema económico mundial, las crisis, el Estado y los desequilibrios ambientales globales. Su libro más reciente traducido al español *Las Limitaciones de la Globalización* (2002). Además, es coeditor del periódico *Prokla*.

² Martínez-Alier, *Ecological Economics: Energy, Environment and Society*, Oxford, 1987, p. 13.

El empobrecimiento de las sociedades deudoras del Tercer Mundo constituye una realidad innegable. Después de más de dos décadas en que la crisis de la deuda se ha convertido ya en parte de la “vida normal”, el uso del concepto “crisis” ha terminado cayendo en contradicciones. Esta inclusión de la crisis de la deuda y sus mecanismos regulatorios dentro de la esfera de la vida cotidiana ha traído consigo una inevitable degradación económica y social de lo que podía considerarse como “normal” en ciertas regiones y en ciertos tiempos. La limitación o incluso la pérdida de la soberanía en materia de política económica, la “dolarización” de la circulación monetaria nacional, la erosión inflacionaria de los ingresos nominales y/o un alto desempleo, constituyen dolorosos procesos que se sumaron a la “década perdida” para continentes enteros. Peor aún, generaron pérdida de oportunidades para generaciones futuras que heredarán una normalidad degradada, que como dimensión de ella contiene dentro de sí una base natural degradada del proceso de producción y reproducción. Como Soddy señala, el crecimiento monetario simplemente no es posible sin cierto nivel de explotación de los recursos agotables, explotación cuyo precio tendrá que ser pagado en el futuro. Las deudas pueden transferirse de una generación a otra, o ser generosamente canceladas por los acreedores, pero el consumo de los recursos no renovables deja tras de sí únicamente desperdicios industriales, agua contaminada y aire poluto. En este sentido, el hombre se ha convertido en un ser productor de desperdicios (*refuse-producing being*).

Como se sabe, los procesos económicos tienen un doble carácter: a) transmiten y reciben señales con los precios que proporcionan la base para las decisiones racionalistas de los agentes económicos; b) organizan la asignación de los factores a través del mercado y, desde ahí, la distribución de los ingresos, que determina la demanda del consumo individual sobre parte del producto social y establece el curso de la acumulación. Las decisiones racionalistas de sujetos económicos independientes y su coordinación óptima a través de los mecanismos del mercado (precios y pagos) conforman las dos dimensiones tradicionales propias de la

Teoría Económica. Hasta ahora hemos puesto considerable atención en la tendencia hacia la crisis que les es inherente, pero existe una tercera dimensión ampliamente descuidada: c) la transformación de materias primas y de energía en el curso de la producción, el consumo y la distribución.

La importancia de la cuestión ecológica dentro del discurso económico se ha vuelto evidente hoy por la situación en la cual la Tierra ha sido colocada debido a las actividades de la producción y el consumo. La sobre-explotación ha estado arruinando la tierra cultivable, al grado de que una quinta parte de ella o más se ha perdido desde mediados del siglo XX. Cada segundo unas 1,000 toneladas de tierra son deterioradas o erosionadas. La deforestación de grandes áreas en las zonas tropicales ha alcanzado proporciones que amenazan su sobrevivencia, año tras año entre 100,000 y 200,000 km.² se pierden;³ mientras, a la par, en las zonas templadas la lluvia ácida daña peligrosamente los bosques relativamente robustos. La contaminación de las aguas superficiales y los océanos no detiene su crecimiento. Desde que la capa estratosférica de ozono empezó a medirse en los setenta, para principios de los noventa ya se había contraído, por lo menos, dos por ciento a nivel mundial, con una pérdida considerablemente mayor encima del Antártico. Las emisiones de bióxido de carbono actualmente son 13% más altas que antes de la industrialización (con una concentración de 354 ppm frente a aproximadamente 280 ppm cien años atrás), de manera que, desde que los registros regulares empezaron en la década de los ochenta del siglo XIX, la temperatura media de la Tierra se ha incrementado aproximadamente un grado Celsius, peor aún, un incremento mayor de 1.5 e incluso hasta 4.5 grados es enteramente posible para el año 2030. Las consecuencias podrían llegar a ser muy serias: inundación de la tierra costera, alteración de los climas y desplazamiento de las zonas de vegetación, tormentas más frecuentes como resultado de grandes diferencias de temperatura y trastocamiento de los patrones de migración ecológicamente determinados. Mientras el estado de la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera empeora dramáticamente, la población mundial crece rebasando los 5.3 billones de principios de los noventa para alcanzar más de los 6.25 billones después del año 2,000.⁴ Resultado altamente posible de este proceso, especialmente en los países más pobres del mundo, es una urbanización anárquica que torna los efectos ecológicos más agudos e incontrolables. No podemos descontar la posibilidad de que la depredación de la ecología, que miramos como espectadores paralizados, llegue a desquiciar la situación política mundial hasta propiciar una confrontación militar. Después del conflicto Este-Oeste, el conflicto Norte-Sur amenaza con intensificarse dentro de un marco en el que los problemas ecológicos jueguen un papel decisivo.

³ Ver la discusión de varias estimaciones en Enquete-Kommission, *Zweiter Bericht der Enquete-Kommission 'Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre' zum Thema Schutz der tropischen Wälder*, II/7220, German Bundestag, 24 de mayo de 1990, pp. 109 y subsiguientes.

⁴ Más datos sobre la situación ecológica de la tierra pueden ser encontrados, por ejemplo en Ernst U. Von Weizsäcker, *Erdpolitik, Ökologische Realpolitik an der Schwelle zum Jahrhundert der Umwelt*, Darmstadt 1989; Lester R. Brown, ed., *State of the World: A Worldwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*, New York, 1989 y 1990; Enquete-Kommission, *Zwischenbericht Schutz der Erdatmosphäre-Eine internationale Herausforderung*, Bonn 1988; *Zweiter Bericht*; y *Dritter Bericht... zum Thema Schutz der Erde*, II/8030, German Bundestag, 1990.

La degradación pasada y presente de la naturaleza obstruye el desarrollo económico del futuro. La eficiencia del mercado se ha alcanzado sobre la base de una extracción de las reservas naturales como si fueran ilimitadas, como si las naciones no tuvieran que moderar su uso de la naturaleza tanto externa como interna. De este modo, se viene instalando un “auténtico mecanismo de retroacción” (*positive feedback mechanism*) entre el sistema económico y la naturaleza. Esto es, la tasa de interés presiona la producción del excedente llevándola hacia la sobre-explotación de los recursos naturales. Luego, la degradación de las bases naturales del proceso de producción/consumo vuelve más difícil alcanzar ganancias proporcionales a la tasa de interés. En síntesis, la crisis de la deuda genera efectos ecológicos negativos, a la par que, la degradación de la naturaleza intensifica la crisis de la deuda. Si una hermética administración de los flujos de recursos termina conduciendo hacia la reducción en los niveles de las reservas, los modelos tradicionales se vendrán abajo y la transición hacia un “auténtica economía de retroacción” se volverá indetenible.

El comportamiento económico es ciego frente a sus bases naturales en tanto éstas no se expresen como límites económicos –es decir, como un gravamen sobre los costos dentro del sistema económico–. Las relaciones sociales entre los seres humanos, mediadas por mercancías y dinero, incluyen una especie de “ceguera natural” en su comportamiento. Debido al reflejo de la socialidad humana como propiedad natural de las cosas producidas –esto es, al “fetichismo de la mercancía”–,⁵ junto con el encubrimiento de ella también se impone el ocultamiento de las condiciones naturales de la acción social. La mercancía individual (y como mercancía cada cosa es individual) no hace visible sus condiciones de producción y consumo. Por ejemplo, la publicidad de un automóvil ofrece detalles sobre sus caballos de fuerza, velocidad máxima, aceleración, comodidades, opciones extras, precio al menudeo, etc, lo que atrae clientes al poner en juego valores de prestigio o comodidad. Pero guarda silencio sobre los efectos que propicia generando contaminación por ruido, descarga de gases y otras emisiones, ni dice nada del agotamiento del campo por la construcción de autopistas o de las inevitables víctimas por accidentes carreteros, menos aún, habla de las inmensas cantidades de agua y energía usadas en su proceso de producción. En la cosa individual, las relaciones sociales se encuentran sólo imperfectamente reflejadas como en un espejo mágico que las borra en medio del “encierro celestial” de la producción y el consumo. La mercancía es narcisista: se ve sólo a sí misma reflejada en oro. Esa socialización reificada, que proviene del carácter fetiche

de las mercancías, tiene un efecto desinhibidor que acelera la evolución de la sociedad. Pero ahora necesitamos discutir si la reificación de las relaciones sociales –con base en la cual las personas se intervenculan mediante dinero y mercancías en el mercado– no genera que las fuerzas naturales de la producción y el consumo, sencillamente, desaparezcan de la conciencia del social. Parecería que la naturaleza únicamente se vuelve relevante cuando impone costos adicionales o cuando su destrucción trastorna profundamente las condiciones de la vida humana. Entonces, un rayo de luz vuelve claro, incluso para la conciencia reificada, que las coacciones económicas –como aquellas relacionadas con el servicio de la deuda– estropean las condiciones naturales de la actividad empresarial. Sin embargo, cuando la destrucción de la naturaleza por fin “se hace sentir por sí misma” en las categorías económicas (costos), frecuentemente es demasiado tarde para cualquier alternativa, sobre todo porque el procesamiento de los problemas ecológicos dentro del cálculo económico no va más allá de la reificación que genera como resultado el “olvido de la naturaleza”.

2.- Una “Interfase” entre la Teoría Económica y la Teoría Ecológica

Las interferencias recíprocas entre economía y ecología de ningún modo pueden reconocerse mientras la primera sea vista en principio como un sistema equilibrado, más aún, mientras el tiempo y el espacio no adquieran una importancia explícita (como elementos causales de los costos de los negocios) dentro del proceso de producción y consumo y las esferas de intercambio y distribución. En una economía sin límites espaciales ni temporales, el análisis económico perfectamente puede prescindir de la transformación de materias primas y energía, dejando esto a otras ramas de la ciencia. En este sentido, una vez que se asume que todos los procesos económicos tienen una localización espacio-temporal, la atención no debe dirigirse únicamente hacia las inestabilidades del mercado, sino también hacia la importancia explícita para la teoría económica de la transformación de materia y energía.

La pregunta que, entonces, surge inmediatamente es: ¿es posible hacer esto sin soslayar el problema de origen de que en la teoría económica la transformación de materia y energía se define como un proceso monetario en el cual su peculiar cualidad natural es ocultada? Con respecto a la categoría dinero, el manejo de la economía destierra al tiempo y el espacio de su sistema, puesto que el futuro es “descontado” en el presente y la distancia espacial es nivelada por el arbitraje de la especulación. El enfoque de la

⁵ Marx, *Capital*, Libro I, capítulo I.

“economía de los recursos”, basado en la regla clásica de Hotelling,⁶ interviene en este terreno.⁷ Solow, por ejemplo, compara a) el reducido precio neto corriente procedente de la explotación de un recurso, a lo largo de un período comprendido entre el presente y alguna fecha futura, con b) la tasa de interés que se puede obtener en el mercado por activos monetarios y, en conclusión, asume que el valor del recurso también debe incrementarse con el tiempo.⁸ Pero tal comparación basada en el mercado contiene un número de implicaciones que la hacen sumamente cuestionable. *Primero*, supone que la tasa de interés en el mercado define la tasa de explotación de los recursos agotables y, desde aquí, una pauta óptima de uso de los recursos. Sin embargo, la tasa de interés en el mercado, en particular cuando suceden inestabilidades financieras, no ofrece garantía alguna de óptima distribución de los recursos. *Segundo*, asume que entre el presente y el futuro habrá un crecimiento económico del mismo orden que el de la tasa de interés –y en todo caso que nuevos recursos serán usados–, ya que, el crecimiento no podría tener lugar si el nivel de explotación de uno de los recursos

involucrados en la producción elegida estuviera fijo. Esto sugiere que los recursos esencialmente son, en palabras de Hirsch, “bienes posicionales”⁹ cuyo valor de uso individual depende de las propiedades como valor de uso de otros recursos. Incluso si las reglas de Hotelling son aplicadas de tal manera que se tome en cuenta la interferencia entre los diferentes recursos, están imposibilitadas para generar resultados inequívocos. *Tercero*, las reglas postulan el aislamiento (esto es, la apropiación privada) de los recursos y, en consecuencia, una desintegración de complejos ecosistemas que son simplificados dentro de derechos de propiedad legalmente definibles y económicamente negociables. *Cuarto*, si el cálculo para la toma de decisiones es elaborado alrededor de la tasa de interés, la perspectiva de los actores económicos se vuelve crecientemente “miope” conforme ella se eleva. *Quinto*, como es necesario actuar presuponiendo que se tiene conocimiento de los mercados futuros y de las preferencias de los individuos futuros, la presente generación vive “vicariamente” a nombre de las que vienen después. Al llegar a este punto, al fin, se vuelve claro “que no hay manera de escapar de una elección ética, frecuentemente muy escondida bajo los supuestos del modelo”.¹⁰

Ahora bien, en lo que concierne a la teoría del equilibrio, es de “sentido común” que un equilibrio estable (en el que los participantes del mercado no ven razones para cambiar sus planes) sólo puede ser alcanzado si las decisiones de los actores individuales y las consecuencias de sus acciones se mantiene a pequeña escala. Esta teoría supone que, si por cualquier razón, un actor se retira del mercado, incluso para bien, no experimentará variaciones la información con base en la cual los otros actores y el sistema en su conjunto determinan sus propias decisiones. Únicamente sobre esta condición “sin sobrantes”, serán racionales los cálculos de los sujetos económicos que aceptan los precios como premisas que no pueden ser cambiadas, tal “como la teoría del equilibrio general requiere”.¹¹ Aparte de que ésta constituye una definición dura que se aísla en zonas límite donde no tiene mucha importancia para la economía real, implica que las “externalidades” deben ser tan pequeñas que no pueda existir ningún cambio perceptible en las precondiciones *naturales* de cualquier actor económico. Sin embargo, si tal cambio ocurre, la teoría de los efectos externos, tal como la economía de los recursos, proporcionaría la valoración monetaria y, desde ahí, la internalización en los cálculos de costos de los factores responsables del cambio –como si fuera posible conocer todos los efectos probables, aunque provinieran de un punto remoto en el espacio y lejano en el tiempo localizado más allá del horizonte de planeación de los sujetos económicos–. Cabe resaltar que, así, paradójicamente, el principio económico

⁶ Harold Hotelling, ‘The Economics of Exhaustible Resources’, *Journal of Political Economy*, vol. 39, número 2, 1931. Robert M. Solow, ‘The Economics of Resources or the Resources of Economies’, *Revista Americana de Economía*, vol. 64, número 2, pp. 1-14.

⁷ (La tesis central contenida en las Reglas de Hotelling, principio fundamental de la teoría económica de “gestión de los recursos no renovables”, formula que, a la hora de jugarse la toma de decisiones en torno al manejo de los recursos naturales, la pauta óptima de su explotación y comercialización se caracteriza porque, en el curso del tiempo, éstas generen beneficios marginales que se acrecientan a la par y con el mismo ritmo que la tasa de interés. Nota de Luis Arizmendi).

⁸ Robert M. Solow, ‘The Economics of Resources or the Resources of Economies’, *Revista Americana de Economía*, vol. 64, número 2, pp. 1-14.

⁹ (“Bienes posicionales” u “oligárquicos” es un concepto que diseñó el economista Fred Hirsch, en su obra *Los Límites Sociales del Crecimiento* (1976), para designar aquellos bienes cuyo consumo otorga a su poseedor un cierto status o posición social. Sin embargo, como una gran cantidad de personas desean poseerlos, pierden su carácter cuando en las sociedades industriales las masas logran adquirirlos. Generando incluso que el sentido útil por el cual fueron adquiridos se ponga en cuestión y propicie efectos ambientalmente nocivos. Es el caso de los automóviles o, en ciertos países, de los veleros, puesto que la difusión de su uso produce congestionamientos y aire poluto, con los primeros, o aglomeración y contaminación en lagunas, ríos o playas, con los segundos. Desatando un proceso en el que se intensifican las contradicciones enfrentando, según Hirsch, las sociedades actuales a una encrucijada inevitable: andar un camino en el cual una proporción creciente de los bienes y servicios no pueda ser adquirida por todos o, caso contrario, andar otro en el que su masificación propicia daños irreversibles. Nota de Luis Arizmendi).

¹⁰ Martínez-Alier, *op.cit.*, p. 4.

¹¹ Hahn, *op.cit.*, p. 163.

de la escasez exige una rica dotación de recursos, ya que, de lo contrario la condición “sin sobrantes” se volvería inaplicable, es decir, se vendría abajo el supuesto de que los flujos no ocasionan ningún cambio perdurable en las reservas. Tan pronto como los efectos externos son generados, no es únicamente la racionalidad del mecanismo del mercado lo que queda en cuestión. La degradación de las condiciones naturales, que no pueden ser reparadas por la compensación monetaria, equivale a una alteración de la estructura de la actividad económica en el tiempo. Debe señalarse, asimismo, que debido a que la actividad económica experimentará diversas consecuencias, después de una variación en sus condiciones básicas, todo pronóstico económico se tornará necesariamente impreciso.

Aun si los cambios en el ambiente natural son valuados en precios y compensados con dinero, persisten como un hecho que, con el tiempo, todos los actores económicos tienen que considerar. La compensación financiera por la contaminación de la hidrosfera no hace al agua limpia de nuevo, así como un gravamen por emisiones de bióxido de carbono no detiene el efecto invernadero, lo que significa que se requieren cambios tecnológicos mayores que sean introducidos en el proceso de producción y en los hábitos de consumo, tanto individuales como colectivos, que sean ajustados a normas de ahorro de energía. Nuevos procedimientos para la regulación del mercado no son, en consecuencia, por sí mismos suficientes. La “internalización” económica de los efectos ambientales constituye sólo un subterfugio; no podría, bajo ninguna situación imaginable, compensar el que las condiciones naturales son alteradas por el proceso de entrada y salida tanto de materiales como de energía en la producción, el consumo e, incluso, la distribución. Por esto, las reglas neoclásicas de poner “precio” al ambiente (como las reglas de “comunicación ecológica” de Luhmann)¹² deben por principio fallar, aun cuando en casos aislados —es decir, incomunicados con el sistema total— ayuden en la toma de decisiones y suministren cierto grado de alivio. La emisión de bióxido de carbono, por ejemplo, podría convertirse en centro para la promoción de cambios en la tecnología productiva y en los modelos de consumo por medio de sanciones que la desapruében.

Es necesario adoptar un acercamiento diferente al de la teoría del equilibrio de mercado para encarar el problema de la transformación de materia y energía. Pero ¿cómo pueden espacio y tiempo ser integrados como tales dentro del razonamiento económico después de haber sido exitosamente desterrados de éste por las teorías del mercado? La importancia práctica de conceptos que tomen en cuenta los límites naturales, y las consecuencias naturales, de la actividad económica ha sido concluyentemente demostrada por la necesidad de un profundo análisis de la crisis ecológica y civilizatoria en que la humanidad ha caído en el curso de la

era industrial capitalista. La revolución industrial, que regularmente es considerada como un proceso que impulsó el desencadenamiento de las fuerzas productivas, disparó gran número de fuerzas destructivas. En las últimas décadas de la modernización “fordista”, el agotamiento de la energía y los recursos materiales se expandió y aceleró a un grado inimaginable.¹³ En ese corto tiempo, la humanidad consumió más energía que en toda de su historia previa.¹⁴ Los mecanismos del mercado, por medio de su presión sobre los individuos para actuar eficientemente y alcanzar un excedente monetario, sostuvieron una espiral de acumulación y expansión cuyos únicos límites están en la capacidad de agotar los recursos naturales y, de esta manera, en la naturaleza interna y externa de los seres humanos. Los límites están ahí, aunque la imaginación social es necesaria para visualizar si son o no definitivos y bajo qué forma. Se expresan en el desastre climático, la emigración, las revueltas contra la pobreza y el hambre, las catástrofes nucleares o en el peligro de una guerra atómica, también en la endogamia provocada por el estrechamiento de la diversidad de especies. En este contexto, pueden ser racionalmente concebidos como un fenómeno nuevo completamente diferente a las múltiples profecías de fin del mundo que han sido características en la historia humana. Estos límites no radican fuera de la racionalidad del intercambio con la naturaleza —por ejemplo, en la voluntad punitiva de Dios—, se encuentran, precisamente, basados en los avances de la transformación tecnológico-racional de la materia y la energía. Pese a que una de las proezas de la racionalidad de “Occidente” ha consistido en pronosticar con gran exactitud las posibles consecuencias del intercambio entre la naturaleza interna y externa, no condujo al desarrollo de una correspondiente capacidad de la sociedad para prevenir, mediante la acción o la abstención, la realización de las predecibles consecuencias negativas. Todos conocemos el efecto invernadero y, por supuesto, es posible también situar sus causas, pero los cambios necesarios en el comportamiento se vuelven de largo plazo porque la inercia del *status quo* únicamente puede ser superada mediante un tipo de esfuerzos que son bloqueados con mecanismos sociales dilatorios.

¹² Niklas Luhmann, *Ökologische Kommunikation: Kann die moderne Gesellschaft sich auf ökologische Gefährdungen einstellen?*, Opladen, 1988.

¹³ Ver Chandler, pp. 240-8; y Gavin Wright, ‘The Origin of American Industrial Success, 1879-1940’, *Revista Americana de Economía*, vol. 80, número 4, septiembre 1990.

¹⁴ Jean-Claude Debeir, Jean-Paul Deléage, Daniel Hémerly, *Prometheus auf der Titanic: Geschichte der Energiesysteme*, Frankfurt/Main, 1989.

3. Valor y Materia

Un análisis ecológico de los procesos económicos, por consiguiente, debe abarcar los cambios en el valor y en la naturaleza. De la “crítica de la economía política” de Marx uno puede conservar todo lo que desee;¹⁵ lo que es claro es que, a diferencia de la economía clásica y neoclásica, es consciente de la importancia del tiempo y del espacio para los procesos económicos. Las formas de socialización e incluso los procedimientos abstractos del mercado son localizados simultáneamente dentro del sistema de coordenadas espacio-temporales tanto de la historia de la humanidad como de la naturaleza. El efecto de socialización de los procedimientos del mercado es imperfecto: requiere una “infraestructura” cultural y natural sin la cual los “individuos autónomos” no pueden relacionarse unos con otros como seres sociales. Además, las condiciones naturales y culturales se encuentran siendo continuamente cambiadas debido a la actividad económica coordinada y estimulada por el mercado.

Para dar cuenta de esta realidad, Marx introduce todo un conjunto de conceptos interrelacionados: la realidad dual de las mercancías como valor de uso y valor; el carácter dual del trabajo productor de mercancías (como trabajo concreto y abstracto); la diferenciación de la mercancía en mercancía y dinero y, asimismo, del proceso de producción en proceso de trabajo y proceso de valorización; y la dualidad de fuerzas productivas y relaciones de producción dentro de la dinámica del modo de producción. Marx funda la categoría «carácter dual del trabajo» como categoría “decisiva para la comprensión de la economía política”;¹⁶ desde ahí, crea la posibilidad para comprender los procesos económicos, al mismo tiempo, como *transformación de valor* (es decir, como formación del valor y valorización) y como *transformación de materia y energía* (esto es, como proceso de trabajo o “interacción metabólica” hombre/naturaleza).

Marx, que formuló esta perspectiva hace más de un siglo, no podía medir plenamente los alcances de esta concepción, tal como ha sido desarrollada en los enfoques

termodinámicos de la economía o en la preocupación por la amenazante crisis ambiental en curso. Las reflexiones de Alfred Schmidt en torno al “concepto de naturaleza en Marx” –que se publicaron hace algunas décadas–¹⁷ muestran los límites de un análisis de la “interacción metabólica” del hombre (praxis humana) y la naturaleza en el que una ingenua humanización de la naturaleza sustituye una seria consideración de sus principios ordenadores. Por ejemplo:

“Aunque los procesos naturales independientes de los hombres son esencialmente transformaciones de materia y energía, la producción humana no cae fuera de la esfera de la naturaleza. Naturaleza y sociedad no se encuentran rígidamente contrapuestas... (Por) el contenido de su interacción metabólica, la naturaleza es humanizada mientras los hombres son naturalizados”.¹⁸

Hoy sabemos que la “humanización de la naturaleza”, que se realiza mediante la “interacción metabólica” hombre/naturaleza, puede tener el efecto inverso de destruir las condiciones naturales de la vida humana. Del mismo modo que la “naturalización del hombre”, puede realmente evidenciar un proceso de industrialización en el que la ingeniería genética, dentro de los límites de sus posibilidades, introduce la producción de hombres como artefacto técnico, es decir, del hombre como materia prima y pieza de repuesto, una cosa carente de toda dignidad.¹⁹ El diagnóstico pesimista de Günther Anders en torno al “carácter anticuado del hombre” (*antiquation of man*) es, a este respecto, más apropiado que la creencia humanista en el progreso de Leo Kofler o Ernst Bloch, sobre cuya “obsolescencia” (*obsolescence*) Anders se muestra tan irónico.²⁰ La crítica de la economía política de Marx es única entre las contribuciones de la teoría económica: proporciona un primer eslabón en la conceptualización del vínculo existente entre el sistema regido por el valor y las regularidades de la naturaleza, sin reducir la naturaleza a economía –como los neoclásicos– o naturalizar la economía de forma antroposófica. El propio Marx se enorgulleció por haber sido el primero “en examinar críticamente la naturaleza dual del trabajo contenido en las mercancías”: primero como trabajo creador de valor, pero segundo como “una actividad productiva específicamente adecuada a fines, una actividad productiva que asimila materiales naturales concretos a necesidades humanas concretas”.²¹

“El trabajo, entonces, como creador de valores de uso, como trabajo útil, es una condición de la existencia humana independiente de todas las formas de sociedad; es una necesidad natural eterna que media el metabolismo entre el hombre y la naturaleza, y, por consiguiente, la vida humana misma... Cuando el hombre entra en la producción, sólo puede proceder como la naturaleza lo hace consigo misma: sólo puede cambiar la forma de la materia”.²²

¹⁵ Martínez-Alier (p. 5) se refiere a ‘un prolongado divorcio entre el marxismo y la ecología’.

¹⁶ *Capital*, Libro I, p. 132.

¹⁷ Alfred Schmidt, *The Concept of Nature in Marx* (publicado primero en alemán en 1962), Londres, 1971.

¹⁸ *Ibid.*, pp. 77-8.

¹⁹ Ver los comentarios opuestos en Peter Koslowski, ‘Risikogesellschaft als Grenzerfahrung der Moderne: Für eine post-moderne Kultur’, *Beiträge aus Politik und Zeitgeschehen: Beilage zu Das Parlament*, vol. 36, 1989, pp. 2 y siguientes.

²⁰ Anders, p. 20.

²¹ *Capital*, Libro I, pp. 132, 133.

²² *Ibid.*, p. 133.

Marx se refiere aquí a Petro Verri, citando algunas líneas que escribió en 1771:

“Todos los fenómenos del universo, sean producidos por la mano del hombre o por las leyes universales de la física, no cabe concebirlos como actos de la creación, sino exclusivamente como reordenamiento de la materia. Unificación y separación son los únicos elementos... (en) la reproducción del valor... y la riqueza, sea que la tierra, el aire y el agua se transformen en cereales en los campos, o que, mediante la mano del hombre, las secreciones de un insecto se vuelvan seda o algunas pequeñas piezas de metal sean organizadas para formar un reloj de repetición”.²³

Únicamente como resultado de la producción para el intercambio –en la cual se hace abstracción del hecho de que la materia y la energía son transformadas por medio de un trabajo concreto de cualidad específica–, el producto del trabajo se vuelve portador de valor y cae bajo la dinámica del sistema de valores.²⁴

La naturaleza dual del trabajo es debida a la forma de la reproducción capitalista. Sobrepuesta a la dinámica del metabolismo “eterno” entre hombre/sociedad y naturaleza se encuentra la “plancha” histórica de la ley del valor y los procedimientos del mercado. No se debe a ninguna necesidad natural que la transformación de la materia y la energía resulte en la producción de mercancías para satisfacer las necesidades de otros –necesidades que únicamente pueden ser comunicadas por medio del concurso de los precios en el mercado (esto es, por el poder adquisitivo efectivo)–. En cambio, que los valores de uso sean traídos al mundo sí es “natural” y necesario: de no ser así la vida humana se colapsaría. La creación de valores que tienen que ser convertidos en dinero en el mercado es completamente debida a la *forma* social (capitalista) de la producción mercantil y la función del dinero. El comercio en el mercado y, con él, la necesidad de un análisis teórico que reconozca los resultados de la reconfiguración de la naturaleza como valor –esto es, como valor expresado y medido en dinero–, de ningún modo quedan afectados por deficiencia alguna de la teoría del valor; lejos de eso, ambos se encuentran estrechamente ligados con los mecanismos socialmente establecidos de selección y evolución de las economías de mercado capitalistas.

La naturaleza no crea ningún valor y sus componentes no se convierten en valores a menos que estén “mezclados con el trabajo” (Marx) y sean lanzados al mercado para el intercambio. Esta conclusión no es, en absoluto, prueba de una “visión tuerta” de parte de la economía política, como Hans Immler ha sugerido;²⁵ deriva de la *forma históricamente específica* de las sociedades capitalistas, única en la cual el trabajo funciona como fuerza creadora de valor. El propósito central de Marx fue descifrar las formas sociales en las que el trabajo –en su forma específica de trabajo asalariado– debe extenderse hasta el límite para

crear valor, valorizar capital y sostener el proceso de acumulación marchando. La riqueza material se crea con la participación de la naturaleza; pero exclusivamente el trabajo crea valor. Son las formas sociales mercancía, dinero, capital, plusvalor y ganancia las que definen la dinámica de la sociedad capitalista –no el trabajo como tal, que debe ser ejercido en todo tiempo y en toda formación social para transformar la naturaleza y apropiarse de sus materiales–. Éstas son las formas de socialización que, en una economía de mercado, reflejan la relación de unos con otros y también con la naturaleza como propiedad natural de las cosas. A esta forma fetichista es a la que corresponde una conciencia de que la naturaleza solamente puede ser comprendida como propiedad cósmica, no como esfera vital. En este sentido, tanto una “visión tuerta” en la teoría como el “olvido de la naturaleza” en la práctica son resultado de formas sociales basadas en la reificación.

Una crítica a la “teoría del valor trabajo” (en la versión de Marx) tendría que mostrar cómo la naturaleza puede realmente asumir la forma de valor o llegar a ser capaz de funcionar como creadora de valor. De hecho, esto sólo podría lograrse recurriendo a una concepción fisiócrata, que se caracteriza precisamente por concebir la naturaleza o la tierra como productivas en sí mismas. Desde esta perspectiva –que ya fue criticada por Smith y Ricardo– exclusivamente el trabajo agrícola es conceptualizado como productivo, porque usa la productividad de la tierra; cualquier otro trabajo queda caracterizado simplemente como reconfigurador de las cosas, sin producir nada, incluyendo valor. Immler lamenta que se ignore la naturaleza, que concibe como un “sujeto que se está produciendo continuamente a sí mismo”.²⁶ Pero no es capaz de descifrar las formas sociales en las cuales la naturaleza, como afirma, puede manifestarse como “altamente productiva, planificada, consciente y decidida”.²⁷ Por supuesto, la naturaleza es productiva: genera las creaciones más maravillosas, de entre las cuales la evolución de las especies a través de miles de millones de años constituye la más nítida evidencia; pero las múltiples catástrofes en la historia de la tierra muestran

²³ Pietro Verri, *Meditazioni sulla economia politica*, en la edición de Custodi de Italian economists, *Parte moderna*, pp. 21, 22; citado en *Capital*, vol. I, pp. 133-4.

²⁴ Por esto, la identificación de Verri sobre el valor y la riqueza en la cita de arriba es inadecuada. Marx, por supuesto, fue más allá en sus propios análisis.

²⁵ Ver su contribución en Hans Immler y Wolfdietrich Schmied-Kowarzik, *Marx und die Naturfrage: Ein Wissenschaftstreit*, Hamburgo, 1984.

²⁶ Hans Immler, *Natur in der ökonomischen Theorie*, Opladen, 1985, p. 263.

²⁷ Immler/Schmied-Kowarzik, p. 134.

que la productividad de la naturaleza no puede tener lugar sin destructividad. En ningún caso, sin embargo, la naturaleza es productora de *valor*, porque sus creaciones no son por naturaleza mercancías. En cambio, el trabajo sí es productivo, puesto que con su funcionamiento se transforma a sí mismo y a la naturaleza; además, en la sociedad capitalista se vuelve productor de *valor*. El valor es la relación social en la cual el trabajo privado aislado se vincula al trabajo global, convirtiéndose en social a través de su relación con la división del trabajo.

Ahora bien, la economía necesita complementarse con el punto de vista termodinámico. ¿Qué significa esto? Que la materia y la energía son transformadas durante la creación de los valores de uso (lo que incluye desde la *extracción* de materias primas y su separación o ensamblaje en la *producción* hasta su *transportación* hacia los sitios de disfrute), que igualmente son transformadas durante el empleo de los valores de uso como medios para la satisfacción de las necesidades (en el *consumo*), y, por último, durante la pérdida final de las propiedades de los valores de uso (lo que los convierte en *desecho* inútil para la satisfacción de cualquier necesidad humana). Esto significa que una *crítica ecológica* de la economía política depende del análisis del valor de uso: no como objeto para la satisfacción de necesidades individuales (como en la teoría subjetiva del valor),²⁸ ni como determinación formal en el sistema de valores, sino como elemento de una interacción en cuyo curso la entropía aumenta.

4. Valor de uso y Entropía

En la terminología de la termodinámica, los valores de uso pueden ser definidos como: 1) materia o energía de baja entropía o elevado ordenamiento, tal como lo formula la visión de Verri. Es importante, sin embargo, que 2) el ordenamiento debe ser producido para la satisfacción de necesidades humanas específicas. Mientras ciertos materiales son aislados de otros que son no-valor de uso por su inadecuación para la satisfacción de necesidades humanas; la combinación de otros materiales diversos (que en su forma aislada son inútiles) trae consigo la conformación de productos nuevos, o concentraciones libres, que dejan energía disponible para la ejecución del trabajo (en el sentido empleado por la física). Una entropía baja no es, por consiguiente, suficiente por sí misma para definir el valor de uso. Un automóvil o una computadora constituyen un conjunto ordenado y

altamente organizado de materiales. Una gran cantidad de información, energía y materia es requerida para producir un conjunto ordenado de materiales para la satisfacción de una necesidad, con el resultado de que la entropía se incrementa en el ambiente debido a los automóviles y las computadoras. En su ordenamiento como automóvil o computadora los materiales tienen menor entropía que antes, precisamente porque han requerido un insumo de energía que ha sido tomada, de algún modo, de alguna parte del ambiente. En el proceso de consumo del valor de uso el producto es gastado, lo que quiere decir que en un momento u otro el automóvil y la computadora se descompondrán, porque su ordenamiento de ciertos materiales ya no podrá llevar a cabo su función, o éstos ya no podrán ser relacionados y activados del modo que su mecanismo operacional requiere. En otras palabras, el orden cae en estado de deterioro y la colección de sus partes no puede seguir obedeciendo al principio de satisfacción de necesidades.

Podría objetarse que un automóvil estropeado o una computadora descompuesta son todavía una estructura altamente organizada, pese a que ya no sean apropiados para la satisfacción de las necesidades de locomoción y procesamiento de datos. Pero no todo conjunto de materiales de un elevado ordenamiento o baja entropía constituye un valor de uso. Aquí podemos ver la fuerza del argumento de Georgescu-Roegen acerca de que la ley de la entropía debe ser interpretada antropomórficamente: la baja entropía es condición necesaria pero no suficiente para conformar un objeto como valor de uso. “Ningún hombre puede usar la baja entropía de los hongos venenosos”.²⁹ Por consiguiente, no es la baja entropía *per se*, sino únicamente ésta en asociación con la capacidad para satisfacer necesidades humanas, lo que constituye al principio de ordenamiento.

La entropía ambiental, que ha sido incrementada por la producción de valores de uso (automóviles o computadoras) a través del ordenamiento complejo de materiales, aumenta por el consumo de materia y de energía hasta que, finalmente, nada queda sino desperdicios en la litosfera, la atmósfera y la hidrosfera. Los efectos sobre la biosfera pueden ser como para cercenar la complejidad de su interacción sistémica con la esfera abiótica y, por tanto, pueden menguar la capacidad de traslación de la entropía como compensación a su incremento. La destrucción de los bosques ofrece un nítido ejemplo de ello: ya que, disminuye la absorción de bióxido de carbono desechado en la atmósfera y acelera el efecto invernadero, lo que, a su vez, genera múltiples reacciones en todas las otras esferas de modos que no podemos determinar con precisión.

Nada puede ser definido como valor de uso, entonces,

²⁸ Este enfoque es también evidente en Georgescu-Roegen (p. 18), quien presenta ‘la conclusión irrefutable’ de que ‘el verdadero producto de ese proceso es un flujo inmaterial, el goce de la vida’.

²⁹ *Ibid.*, pp. 18, 282.

sin tomar en cuenta al ambiente social, biótico y abiótico. Pero eso es, precisamente, lo que pasa si el valor de uso se vuelve portador de valor y adquiere las propiedades de una mercancía dentro de la formación social capitalista. Un automóvil o una computadora tienen un precio como producto individual y su valor de uso es consumido por su comprador. Pero también forma parte del ecosistema, puesto que tanto la producción como el consumo del valor de uso transforman el ambiente natural. El aire es completamente mezclado con sustancias nocivas, hasta que ya no prolonga el “goce de la vida” sino que, en vez de eso, desencadena asma y desordenes bronquiales. El ambiente natural se vuelve, así, cada vez menos adecuado para su conversión en valor de uso –a no ser que se consuma más energía–. Como regla, los materiales adquieren la propiedad de valor de uso mediante un gasto determinado de energía, particularmente en la forma de trabajo que los separa o recombina en acuerdo a un plan (a consecuencia de lo cual, se eleva su ordenamiento) o que aísla materiales portadores de energía para hacer aprovechable su poder. Para obtener energía útil de la energía libremente disponible, es necesario que se gaste energía. Esta es la clave de los equilibrios energéticos y de los cálculos de la efectividad de la energía. Sobra una mezcla “desordenada” de materiales que ya no son “aprovechables” –y, por consiguiente, son no-valor de uso– en tanto no sean separados mediante nuevos gastos de energía (para purificación del aire y el agua o su “reciclaje”) o combinados en una forma nueva. Cuanto más “desordenada” la mezcla de materiales y menor el aprovechamiento de energía potencial residual, más desfavorable resulta el balance energético. Residuos de desechos arrojados al aire, el agua o como sólidos –derivado de materiales que ya no pueden ser convertidos nuevamente en valor de uso– se generan incluso en el negocio de reciclaje más inteligente.

El concepto de entropía, proveniente de la ciencia física, únicamente adquiere sentido en relación con la definición de un sistema y su ambiente limítrofe. Describe el estado de un sistema (cerrado) a temperatura t_n , que consiste en una entropía de $t=0$ y la integral de toda la entropía infinitesimal cambia cuando ingresa calor crecientemente hasta una temperatura t_n . Dos aspectos son significativos aquí. Las reservas de energía y de materia del sistema –en última instancia del universo– permanecen fijas bajo cualquier transformación de ellas (*primera ley de termodinámica*). Pero su cualidad (su capacidad para realizar trabajo o para satisfacer necesidades humanas) es disminuida por cualquier uso de energía y materiales: es decir, sucede un ineludible incremento en la entropía (*segunda ley de termodinámica*). En otras palabras, en el curso de sus cambios el balance energético siempre queda en equilibrio, pero la cuota de energía libre y disponible, por

consiguiente aprovechable, disminuye en comparación con la energía no disponible y disipada, que ya no puede ser convertida en trabajo.

La razón para esto es que la conversión de energía térmica en trabajo es posible únicamente si existe diferencia en la temperatura dentro del sistema o entre el sistema y el ambiente, y, además, la energía en forma de calor puede ser emitida en una depresión fría (al ambiente). Únicamente donde hay una diferencia en la temperatura puede moverse algo –por ejemplo, una máquina de vapor, una turbina o una máquina de gasolina–. Como ilustración, podríamos tomar la simple rueda de velas usada en las decoraciones navideñas. El aire calentado por las velas se eleva y mueve una rueda pequeña, de peso ligero, de manera que la corriente térmica es convertida en energía cinética. La corriente de aire caliente y el movimiento de la rueda cesan tan pronto como la vela se apaga, cuando una diferencia de temperatura ya no puede ser producida a través de la conversión en calor de la energía almacenada en la cera. En este proceso la entropía aumenta, ya que, la energía de la vela se dispersa en el espacio y ya no se encuentra disponible en forma aprovechable. Otra ilustración ayudará a reforzar el punto. Un cuerpo tibio (una estufa, por ejemplo) despiden energía caliente en un espacio frío hasta que las temperaturas se nivelan –en el supuesto de que no se suministre nueva energía añadiendo carbón–. Una vez que las temperaturas potenciales se equilibran ya no tiene lugar ningún otro intercambio o trabajo. Toda la energía disponible es la misma, pero ya no puede ser usada para realizar trabajo.

El concepto de entropía puede también servir para describir diferencias en el ordenamiento de sustancias o sistemas. Son siempre las diferencias en el ordenamiento (causadas por la separación y/o la combinación planificadas) las que hacen de un sistema o una sustancia un valor de uso. El ordenamiento puede ocurrir “por naturaleza” según lo que Dürr ha llamado una “isla sintrópica” –por ejemplo, si el aluminio, el mineral más común en la corteza de la Tierra, está presente en una concentración particularmente alta como depósitos de bauxita–. O puede ser inducido como un “ordenamiento” de la mano humana –por ejemplo, si la biomasa forestal contiene bosques de maderas preciosas y los troncos de los árboles de cierto diámetro son aislados y concentrados en un aserradero–. No obstante, existen ciertos límites. En el caso de las diferencias de calor, el ordenamiento puede producirse si éstas se nivelan, de modo que, la depresión cálida se vuelva cada vez más fría y el ordenamiento más “desordenado”. Las diferencias de ordenamiento (y las diferencias de calor) se tornan siempre más pequeñas. En termodinámica, el límite existe en el cero absoluto de temperatura (0° en la escala Kelvin o -273° Celsius). Pero,

en realidad, esta temperatura nunca puede ser alcanzada: ya que, excluye cualquier diferencia de calor (*tercera ley de termodinámica*). En el límite existe, entonces, un “desorden” que no podría ser considerado, bajo ninguna forma, como un principio ordenador; incluso un cambio ascendente de ordenamiento, mediante la separación y la combinación, ya no sería posible. Todos los materiales y la energía estarían tan completamente mezclados que las estructuras distintivas de las sustancias o los subsistemas serían imposibles: la evolución tropezaría con un límite absoluto; las diferencias de calor serían totalmente eliminadas; el trabajo ya no podría ser llevado a cabo; los valores de uso no ya podrían existir más como materia y energía aislados que sirvieran para satisfacer necesidades. Si las diferencias llegan a desaparecer, la vida misma se volvería imposible. Porque vida es sinónimo de diferencia vívida.

5. Equilibrio entrópico e inteligencia sistémica

Este hipotético caso límite no es en realidad de relevancia práctica, especialmente si el ineludible incremento de la entropía se mantiene dentro de ciertos límites de: a) descarga de entropía al ambiente, o b) absorción de energía del ambiente, y c) recurriendo a técnicas de transformación de la materia y la energía que incrementen la entropía lo menos posible. La presunción de un sistema cerrado, en consecuencia, debería descartarse: ni la Tierra como totalidad ni los subsistemas contenidos dentro de ella (como las sociedades de naciones individuales, el proceso de producción, la industria, etc.) constituyen sistemas cerrados. La Tierra se encuentra inserta dentro del flujo de la energía solar—esto significa que recibe energía solar de onda corta, convierte parte de ella en crecimiento y trabajo a través de la compleja interacción de la atmósfera, la hidrosfera, la litosfera, la biosfera y la sociosfera, y emite otra parte hacia el espacio en ondas largas y cortas—. Sin una constante entrada de energía solar, sin el reflejo directo de 102 watts/m² y la

significativa emisión de calor de 240 watts/m²,³⁰ la Tierra podría llegar a sobrecalentarse (porque la radiación solar creciera o su cantidad reflejada decreciera) o bien podría enfriarse (porque la radiación solar decreciera o su cantidad reflejada creciera).³¹ Si el equilibrio de la radiación media cambiara incluso ligeramente, el equilibrio térmico de la Tierra, que es una precondition para la vida y su evolución en el planeta, sencillamente sería destruido; un cambio de uno por ciento en la constante de radiación solar conduciría a un cambio promedio que podría oscilar desde uno hasta dos por ciento en la temperatura media.³² A diferencia de la constante de radiación solar, que no puede ser influida por los seres humanos (dado que las ligeras fluctuaciones son provocadas por las manchas solares), la radiación de energía, en cambio, se encuentra crucialmente determinada por las propiedades físicas y químicas de la atmósfera terrestre, que a su vez está siendo alterada por el comportamiento de la producción y el consumo humanos. Alteración propiciada tanto por efectos directos (como la entrada de sustancias nocivas en el aire) como por efectos indirectos, que incluyen, por ejemplo, la degradación de la biosfera, de modo que, su interacción con las dinámicas de la atmósfera, el suelo y el agua rompe el equilibrio.

Por una parte, la actividad económica es transformación de materia y energía, por otra parte, su forma está determinada por los principios ordenadores de la esfera social. De esta manera, aunque la ley del incremento entrópico es inexorable, su efecto actual en la reorganización de la naturaleza puede ser afectado por el comportamiento social humano. Cambios en la entropía total de un sistema son generados por un incremento entrópico dentro del sistema como resultado de la transformación de materia y energía y, asimismo, por el intercambio de éste con el ambiente a través del consumo de energía y la descarga de entropía. Si dS/dt denota el cambio en la entropía total en un período de tiempo, dS_p/dt la “tasa de producción de entropía”,³³ dS_d/dt la descarga de entropía dentro del ambiente y dE/dt el consumo de energía, entonces tenemos:

$$dS/dt = dS_p/dt - dS_d/dt - dE/dt$$

Es decir, la tendencia de la entropía total en un sistema no puede definirse de antemano, ya que, depende de las “condiciones marginales” de la descarga de entropía y del consumo de energía. Consecuentemente, el “equilibrio (aparece) en este sentido como ‘atractor’ de estados de desequilibrio”.³⁴ Las tres cantidades de las que depende el cambio de la entropía total de un sistema abierto pueden así ser configuradas dentro de ese sistema, aún cuando la segunda ley de la termodinámica no puede dejar de operar.

³⁰ La constante solar es de 1,368 watts/m en la distancia media entre la tierra y el sol en el borde exterior de la atmósfera, perpendicularmente a la dirección de la radiación, y ya que la tierra es una esfera y precisamente una cuarta parte de su superficie puede ser iluminada verticalmente, 342 watts por metro cuadrado son recibidos en la superficie de la tierra.

³¹ Ver Enquete-Kommission, *Dritter Bericht*, pp. 129 y siguientes.

³² Andrew Ingersoll, ‘Die Atmosphäre’, in Teinhard Kraatz, ed., *Die Dynamik der Erde: Bewegungen, Strukturen, Wechselwirkungen*, Heidelberg, 1988, p. 170.

³³ Ver a Carl Friedrich von Weizsäcker, ‘Evolution und Entropiewachstum’, en Ernst von Weizsäcker, ed., *Offene Systeme I – Beiträge zur Zeitstruktur von Information, Entropie und Evolution*, Stuttgart, 1974.

³⁴ Prigogine y Stenger, *Dialog mit der Natur*.

El consumo de energía para la producción de una unidad del producto social (o *per cápita*), como se sabe, difiere de una nación a otra: es significativamente mayor en Canadá, los EU y fue mayor en la antigua República Democrática Alemana, que en Japón, Italia y lo que era la República Federal Alemana.³⁵ La emisión de sustancias nocivas al ambiente por los automotores de transporte depende de la tecnología de combustión, pero también de las leyes sociales que regulan la densidad de automóviles. El incremento entrópico está determinado tanto por los modos sociales de vida y de trabajo como por las soluciones a los problemas técnicos. Los catalizadores pueden perfectamente reducir la emisión de dióxido de azufre de los automóviles individuales, pero la automovilización de la sociedad cancela el efecto positivo sobre el ambiente. A pesar de la introducción de “automóviles ambientalmente amigables”, por ejemplo, la emisión *per cápita* de bióxido de carbono en los Estados Unidos constituye una de las más altas del mundo.³⁶ En este sentido, podría concluirse que, puesto que la “inteligencia sistémica” es responsable tanto de los arreglos técnicos como de la regulación social y política de la producción y el consumo, la limitación del incremento de la entropía es sobre todo una cuestión de modelo social. El ecosistema debe ser organizado en tal forma que, en la interacción con la biosfera, la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera, el equilibrio térmico sea mantenido dentro del flujo de energía solar.

La inteligencia sistémica puede, de esta manera, ser expresada dentro de la ecuación de la entropía. Dentro de un sistema cerrado, podría ser incrementada elevando el consumo de energía y la descarga de entropía o disminuyendo la tasa de producción entrópica. Los primeros dos métodos, sin embargo, hacen necesario replegarse respecto del ambiente y, por tanto, que los desechos de la producción se envíen al extranjero o se entierren en el subsuelo y se explote la energía extrayéndola de otras partes de la Tierra como combustible para las gasolineras. Muchos países industrializados han disminuido su incremento de entropía de esta forma; en el marco de una investigación comparativa, algunos de ellos (como Suecia y Japón) podrían incluso mostrarse como ecológicamente ejemplares. Por supuesto, si la Tierra es considerada como un sistema global, la política de mayor consumo de energía y mayor descarga de entropía no puede ser aceptada como la expresión de un alto nivel sistémico de inteligencia. El único modo de intercambio con el ambiente natural que cabe calificar como sistémicamente inteligente es aquél que, en la mayor medida posible, *evita* el incremento de entropía. Aire sucio, desperdicios líquidos y sólidos deben ser evitados y, además, debe mantenerse el consumo de energía tan bajo como sea posible –no sólo por medios tecnológicos, sino también a través de un “modo de

regulación termodinámicamente eficiente”–. Lo que, a su vez, exige que la reificación –el reflejo del ser social en los productos humanos como si no hubieran sido producidos con base en la transformación de materia y energía y, por tanto, con base en la reorganización de la naturaleza– no deba regir más la relación sociedad/naturaleza. Sin duda, la conciencia reificada constituye un obstáculo para el desarrollo de la inteligencia sistémica.

Frente a ella, las leyes termodinámicas son, por un lado, condiciones de “hierro” independientes del intercambio o –para usar la metáfora de Marx– del “metabolismo” entre el trabajo y la naturaleza. El trabajo mismo es una actividad social que cae dentro del campo de la ciencia social y, a la vez, una categoría física propensa a ser estudiada por la termodinámica. Por otro lado, si las leyes termodinámicas tienen que adquirir relevancia dentro de la ciencia social e, incluso, llegar a ser materia política, es debido a las contradicciones entre la valorización de capital como principio de ordenamiento social y las condiciones de reorganización de la naturaleza comprendidas en la producción de los valores de uso concretos. Tales contradicciones son actualmente más significativas que en el tiempo en que Marx estaba escribiendo su *Crítica de la Economía Política*, por eso, hoy deben ser *explícitamente* incorporadas dentro de la *Crítica de la Economía Política* e integradas dentro de su sistema teórico. Indiscutiblemente, la economía ya no puede prescindir de una teoría del valor de uso en la cual el concepto de entropía ocupe un lugar central.

6.- Cinco dimensiones de la contradicción entre Ecología y Economía

La “dualización” específicamente del proceso de valorización y del proceso de trabajo, así como la contradicción resultante del conflicto entre la dinámica de valorización del capital (el lado de la forma) y las condiciones económicas naturales del proceso de producción y reproducción (el lado de la naturaleza), nos revelan principios de ordenamiento distintos y no necesariamente compatibles que estructuran el comportamiento económico humano. Principios que pueden ser reformulados, de tal modo que se defina con mayor precisión la relación entre economía y ecología.

³⁵ Ged R. Davis, ‘Die Krise des Globalen Energiesystems’, *Spektrum der Wissenschaft*, noviembre 1990.

³⁶ Enquete-Kommission, *Dritter Bericht*, pp. 34f.

Cantidad y calidad

La dinámica de la economía capitalista moderna debe ser entendida esencialmente como un proceso de incremento cuantitativo del valor. El concepto de Marx sobre la forma de valor, o el concepto de unidad general de medida de Ricardo o Keynes, teoriza la eliminación de las diferencias cualitativas que permite que los resultados económicos sean medidos por sus incrementos cuantitativos. La economía, de este modo, estructura (en el sentido de Aristóteles) la espiral crematística de expansión de la producción y el consumo más allá de las “necesidades domésticas”. La producción de un excedente es impuesta por el mercado en acuerdo a la racionalidad instrumental.

En el sistema ecológico, sin embargo, la evolución ante todo consiste en el despliegue de cambios cualitativos o reagrupamientos de energía y de materia. En la medida en que estamos hablando de sistemas cerrados, los cambios cuantitativos en los equilibrios energéticos y en la proporción de materia pueden ser descartados: esa es la conclusión final de la primera y la segunda leyes de la termodinámica. La cantidad de energía permanece igual, pero su calidad se deteriora porque cada vez puede ser menos usada para la realización del trabajo. Por consiguiente, no puede existir escasez en el sentido físico, sólo escasez económica y social generada por la transformación de materia y energía según lo explica la segunda ley de la termodinámica.

“Cuando quemamos combustibles fósiles, como carbón y petróleo, o energía nuclear, no decrece la provisión de energía. En ese sentido, nunca podrá existir una crisis energética, porque la energía del mundo es siempre la misma. Sin embargo, cada vez que consumimos un trozo de carbón o una gota de petróleo y cada vez que un núcleo estalla, estamos incrementando la entropía del planeta... Dicho de otro modo, cada acción disminuye la calidad de la energía del universo”.³⁷

Y disminuye primero en la Tierra, cuyas reservas de energía fósil de ninguna manera son ilimitadas.

Podría objetarse que no podemos asumir realísticamente la existencia de sistemas cerrados. De hecho, la Tierra constituye un sistema abierto que es provisto de energía por el sol y que irradia calor al espacio;³⁸ además, en la Tierra misma existen naciones que actúan dentro de sistemas abiertos e integrados. Pero no debe perderse de vista que, con el cuantitativismo y crecimiento de la economía

mundial capitalista, opera una tendencia a someter la totalidad del globo, incluyendo los mundos de la vida no-económicos, bajo el principio capitalista de valorización –creando así un verdadero sistema económico cerrado (¡no termodinámico!) en la Tierra–. Entre las consecuencias, por supuesto, se encuentra el hecho de que las reservas de energía y cúmulos de desperdicios no pertenecen a “otro mundo”, pero forman parte de un “Mundo Único”. Como Koslowski señala en otros campos, es “erróneo asumir que el dominio de la naturaleza y la expansión de la economía puedan continuar sin ningún límite”.³⁹ Lo mismo vale para las reservas de mundos de la vida individual, que también pueden ser depredados por esta sobredeterminación cuantitativa. El resultado es, entonces, una erosión del “otro general” socialmente necesario, por medio del cual cada individuo puede reconocerse a sí mismo o a sí misma en los otros.

Tiempo y espacio versus eternidad e infinito

La aceleración del sistema económico conduce a que las diferencias temporales dentro de él tiendan a cero. Aunque la simultaneidad es irrealizable por el carácter irreversible de las transformaciones de materia y energía, así como por el incremento de la entropía, garantiza la direccionalidad del “vector-tiempo” moviéndose desde el pasado a través del presente hacia el futuro. Asintóticamente, sin embargo, es posible aspirar acercarse al principio de simultaneidad haciendo caso omiso de la irreversibilidad y del incremento de entropía. Georgescu-Roegen distingue entre el tiempo newtoniano t (caso inferior) y tiempo social T (caso superior): “El tiempo fluye a través de la conciencia del observador. Deriva del flujo de conciencia, no del cambio en la entropía”.⁴⁰ En el tiempo de la física newtoniana la historicidad del tiempo T y, con ella, la diferencia entre pasado, presente y futuro, se desdibuja en un intervalo que permanece idéntico en todo tiempo y lugar. En el deporte un intento siempre frustrado de eliminar el tiempo histórico para medir únicamente intervalos ahistóricos es muy usual. El intervalo de tiempo récord que un velocista necesita para cubrir los cien metros –digamos 10.1 segundos– es idéntico en Los Ángeles en 1980, en Nairobi en 2010 o en Hamburgo en 1878. Pero aparte de que es definido por la medida vigente de tiempo en cada ocasión, ese intervalo es completamente diferente en el marco del tiempo histórico transcurrido entre los tres actos de medición.

Con respecto al espacio, existe una tendencia similar a superar todos los obstáculos que lo hacen diferenciable, ya que, las distancias son reducidas por la construcción de carreteras, puentes, veredas, túneles, campos de avia-

³⁷ Peter W. Atkins, *The Second Law*, Nueva York, 1984, p. 38.

³⁸ El impacto de la radiación solar sobre la tierra corresponde cada año a 178,000 años terra-watts. Davis, *op.cit.*, p. 50.

³⁹ Koslowski, *op.cit.*, p. 15.

⁴⁰ Georgescu-Roegen, *op.cit.*, p. 133.

ción y otros. La cualidad del espacio, así como la del tiempo, es asintóticamente reducida a cero: es la “aniquilación del espacio por el tiempo”⁴¹ y viceversa. La dinámica económica de las sociedades capitalistas, con sus precondiciones técnicas para la reducción de diferencias espaciales y temporales, apunta a la posibilidad de desdeñar la naturaleza. No obstante, aunque podría parecer trivial mencionarlo, la naturaleza no puede existir sin tiempo y espacio: el desprecio del espacio y del tiempo nos aleja de la naturaleza, y como los seres humanos somos también seres naturales, nuestro modo de existencia queda por consiguiente socavado. De ahí que, la teoría económica, por sus abstracciones del tiempo histórico y del espacio concreto, nos presente al sujeto bajo la forma del *homo oeconomicus*, esto es, como un homúnculo en quien no hay más que reglas programadas para la toma de decisiones subordinadas al racionalismo. Desde este punto de vista, el reproche de Immler de que la economía “olvida la naturaleza” es enteramente justificado.

Reversibilidad/circularidad e irreversibilidad

En el sistema económico, la lógica del cálculo mercantil implica que el capital debe completar un proceso de circulación en expansión para realizar la valorización. La compulsión por conseguir un excedente es ineludible si los procesos de producción han sido financiados con créditos y se tiene que pagar intereses. De este modo, todos los procesos económicos deben ser circulares o reversibles. En los diagramas tradicionales de circulación y en los esquemas de reproducción (comenzando por la *Tabla Económica* de Quesnay) esto se encuentra claramente expresado. Y en los manuales de economía y administración de negocios, indicadores tales como rentabilidad, interés del capital o tasa de ganancia señalan la circularidad del flujo del capital en la relación entre resultados y gastos. Si el círculo se rompe, el capital no refluiría multiplicado (mediante la ganancia y el interés), por tanto, las tendencias hacia la crisis económica serían inevitables.

En contraste, en la naturaleza procesos completos de transformación de materia y energía se caracterizan por la irreversibilidad. Esto proviene en última instancia de la ley de la entropía. Dentro de un sistema cerrado, la dirección natural de la conversión de energía y de materia está estrechamente relacionada con una declinación irreversible de su calidad. Tal degradación no aplica necesariamente en un sistema abierto, siempre que esa energía y esa materia puedan ser introducidas en el sistema económico desde el mundo circundante. En tanto la teoría económica se conciba con un enfoque nacional —como los términos alemanes *Volkswirtschaftslehre* y *Nationalökonomie* fuertemente

sugieren— y mientras desde éste se siga investigando las interconexiones con el mundo puramente como flujos de valor (importación y exportación de mercancías, movimientos de capital y de fuerza de trabajo, flujos financieros), la contradicción entre circularidad/reversibilidad e irreversibilidad difícilmente será tomada en cuenta. Indudablemente, la tendencia antes mencionada opera aquí también. El cuantitativismo y el crecimiento del sistema económico son responsables del hecho de que la totalidad del planeta se encuentre subordinada a los principios capitalistas de transformación de valor y de materia, así que se ha vuelto crecientemente inadmisibles postular sistemas abiertos a un ambiente rico en energía y materia partiendo de ignorar irreversibilidades. Los cambios en las reservas deben, por consiguiente, ser tomados en cuenta en el análisis de flujos.

Ganancia, interés y cambio de entropía

En el sistema económico, la ganancia y la tasa de ganancia sobre el capital real, o la tasa de interés sobre activos monetarios, constituyen la medida del éxito de procesos microeconómicos y —en forma mediada— macroeconómicos. La propia fórmula de Marx para la tasa de ganancia (plusvalor sobre el gasto en capital variable y constante) no es diferente en su estructura lógica. Lo mismo vale para la tasa de interés —expresada como un porcentaje del desembolso monetario— que constituye *par excellence* una unidad circular de medida que se forma en los mercados de dinero y capital. Las tasas de ganancia e interés tienen una importancia central en el sistema económico, no únicamente como medidas. Sus niveles (y sus variaciones entre naciones, regiones o ramas) influyen ampliamente en la dinámica y la dirección del desarrollo económico y social. La medición económica de la tasa de ganancia, la tasa de interés y la tasa de crecimiento (en cualquier forma que sean calculadas) es circular, aunque en verdad esa circularidad sólo tiene sentido si es expansiva, es decir, si tiene forma de espiral. El crecimiento cero de capital, consiguientemente, es imposible.

En cambio, la medida ecológica de los procesos cualitativos de transformación de la materia y la energía la ofrece el cambio en la entropía. Es no-circular porque mide la disminución del ordenamiento de la materia o la disponibilidad decreciente de energía en el curso del tiempo. Un aumento en la entropía es sinónimo de un decremento en la calidad de la energía para convertirse en trabajo en el futuro. En sentido inverso, una caída en la entropía es sinónimo de un incremento en la energía utilizable (o, análogamente, en la materia utilizable). Elevadas tasas de

⁴¹ Marx, *Grundrisse*, Harmondsworth, 1973, p. 524.

ganancia y de acumulación (en términos de valor y precio) usualmente indican un alto *flujo* de materia y de energía, es decir, en un sistema cerrado, elevadas tasas de incremento entrópico. De este modo, la tasa de ganancia expresa que, en un determinado periodo entre el *pasado* y el *presente*, un valor excedente, superior al desembolso del capital, ha sido producido. En este punto se calcula el éxito del sistema económico, en el cual la tasa de acumulación y, desde ella, la tasa de crecimiento económico dependen de la tasa de ganancia. Por contraste, la tasa de incremento entrópico expresa que, en comparación con el estado *presente* de cosas, una menor cantidad de energía y materia utilizables estará disponible en el *futuro* (lo que se evalúa dejando de lado energía que pudiera entrar desde otros sistemas, como el sol). En consecuencia, los tiempos de comparación económica y ecológica no son los mismos en la medición de las tasas de ganancia e interés, por un lado, y de cambio entrópico, por otro.

Racionalidad e irracionalidad

La lógica del desarrollo económico —que demanda a su vez regulación social— exige un incremento de las ganancias para alcanzar elevadas tasas de beneficio y de crecimiento en el sistema económico. El empleo y la prosperidad creciente dependen de ese resultado efectivo. Al mismo tiempo, los procesos naturales de transformación se organizan de tal forma que mantienen un equilibrio dinámico entre el consumo entrópico y la descarga entrópica, entre la Tierra como sistema global y el universo como ambiente. Esta lógica regula el desarrollo sobre la Tierra, considerada como sistema “Gaia” de interacción entre todas sus esferas, desde hace miles de millones de años, sentando las bases sobre las cuales la evolución tiene lugar.⁴² La vida sería imposible sin la organización sistémica-inteligente de un equilibrio energético en la Tierra; la biosfera viviente misma organiza procesos en la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera con vistas a la menor tasa posible de producción de entropía. Como Prirogine ha argumentado, la disipación misma de energía y de materia puede generar estructuras evolutivas. De lo contrario, el crecimiento y el desarrollo, la diferenciación y la interacción compleja de las especies deberían ser descartados. El “principio de equilibrio continuo” es, de este modo, racional dentro del sistema ecológico.

⁴² Ver a Peter Bungard y Edward Goldsmith, eds., *Gaia: The Thesis, the Mechanisms and Implications*, Wadebridge, 1988; y Norman Myers, *The Gaia Atlas of Future Worlds: Challenge and Opportunity in an Age of Change*, Londres, 1990.

⁴³ Marx, *Capital*, Libro I, p. 647.

Pero, lo que es racional en el sistema ecológico es irracional en términos de la economía de mercado: una economía sin ganancia. La lógica del mercado hace necesaria la búsqueda de un excedente monetario, sin el cual una unidad microeconómica (una empresa) tiene que admitir su derrota y declararse en bancarrota. Más aún, la economía del mercado nacional puede caer en una crisis de deuda si es incapaz de cumplir con la severa coacción presupuestaria externa, y si la rentabilidad del capital y la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo se colocan debajo de la tasa de interés por un periodo de tiempo prolongado. A la inversa, altas tasas de ganancia y de acumulación indican éxito en el sistema económico y condiciones favorables para la inversión, el ingreso nacional y el empleo. Sin embargo, como regla altas tasas de acumulación están estrechamente relacionadas con elevado uso de energía y materia, por tanto, aceleran el incremento de entropía en el sistema natural. Esta contradicción entre racionalidad e irracionalidad caracteriza la razón instrumental de Occidente que necesaria e ineludiblemente contiene un elemento irracional. Podría objetarse, por supuesto, que las economías subdesarrolladas (como la que tuvieron los países del “socialismo realmente existente”) han sido siempre más derrochadoras de energía y de materia que las economías capitalistas modernas. Es cierto, pero ellas también se han esforzado por conseguir altas tasas de acumulación y, al final, fueron ecológicamente destructivas y menos exitosas en términos de la economía de mercado.

7. Politización de la Contradicción entre Economía y Ecología

Dos problemas surgen de la naturaleza contradictoria de la valorización del capital y la transformación de la naturaleza por la interferencia entre los principios de ordenamiento de la economía y la ecología. *Primero*, el incremento de la productividad —una condición necesaria para la realización de la ganancia y el interés— sucede mediante una ampliación del acceso individual y social a la naturaleza. La productividad del trabajo, incluso cuando la naturaleza ofrece “fuerzas productivas gratuitas”, nunca es mero regalo de la naturaleza, más bien, es resultado de “miles de siglos” de historia humana y de transformación de la naturaleza que ha tenido lugar durante ese tiempo.⁴³ Pero es únicamente en los últimos siglos, cuando el modo de producción capitalista ha prevalecido, que se le ha dado un colosal ímpetu sistemático al incremento de la productividad. En efecto, desde la Revolución Industrial, el capital ha tendido a hacer su desarrollo tan independiente como le ha sido posible de las limitaciones propias de la naturaleza y del factor “subjetivo” de la producción, el trabajo humano.

El incremento de la productividad laboral también puede ser interpretado como un incremento acelerado de la entropía, si no pueden desarrollarse nuevas “depresiones de calor” para descargar la entropía o no se crean nuevas fuentes de energía. Como la construcción del *perpetuum mobile* tiene que ser excluida por principio, los incrementos más rápidos de la productividad exigen necesariamente un acelerado incremento de la entropía –esto es, un deterioro cualitativo de la capacidad de la energía y los materiales de trabajo o, más generalmente, de su utilidad para la satisfacción de necesidades humanas–. Debe hacerse hincapié en que esto únicamente se aplica sobre el supuesto de un sistema cerrado. Si esta suposición es hecha a un lado, la productividad también podría incrementarse mediante el consumo de energía y de materia provenientes de otros sistemas diferentes a aquél en el que ocurre el incremento de la productividad, o bien mediante la descarga de entropía en esos otros sistemas: ya sea en otro espacio (como cuando se envían desperdicios europeos a África) o en otro tiempo (como cuando sucede el saqueo de recursos minerales a futuras generaciones dejando detrás sólo montañas de desperdicios). Martínez-Alier ha mostrado convincentemente que la elevada productividad de la agricultura moderna (medida en ingreso monetario) requiere como insumos energía barata y copiosas cantidades de fertilizante provenientes de otros sistemas, y la sustitución de la variedad de cultivos por un monocultivo simple y procesable mecánicamente (además de fácilmente comercializable).⁴⁴ Como resultado, contradictoriamente, la calidad de la tierra podría deteriorarse y su productividad futura reducirse.⁴⁵ Más aún, en la medida en que exista interferencia entre dos sistemas –por ejemplo, entre la agricultura y el sistema del que proviene el fertilizante y la energía– éstos terminan formando un sistema en el que, una vez más, la entropía se incrementará por desarrollo de la productividad.

Marx esperaba que el progreso de las fuerzas productivas tuviera como desenlace la emancipación humana de las limitadas relaciones de producción capitalistas, por eso, no podía ignorar el lado opuesto de este progreso. En una agricultura sujeta al régimen de racionalidad industrial,

“todo progreso en el incremento de la fertilidad del suelo por un tiempo determinado constituye un progreso hacia una ruina muy prolongada de las fuentes de esa fertilidad. Entre más un país impulsa la gran industria como plataforma de su desarrollo..., más acelerado es este proceso de destrucción. La producción capitalista, en consecuencia, únicamente desarrolla la técnica y el grado de combinación del proceso social de producción si simultáneamente socava las fuentes originales de toda riqueza –el trabajador y la tierra–”.⁴⁶

La escala de destrucción de las “fuentes originales” de la *riqueza* aumenta con el crecimiento de las fuerzas productivas –esto es, con los alcances de la actividad

humana–. En este sentido, la “revolución industrial” ha tenido más consecuencias de largo plazo que la revolución “neolítica” de hace diez mil años. Como podemos ver, Marx no “olvidó la naturaleza”: se daba perfectamente cuenta del poder ecológicamente destructivo de las fuerzas económicamente productivas. Únicamente en las formulaciones marxistas posteriores, el desarrollo de las fuerzas productivas llegó a ser fetichizado como factor dinámico propio del progreso.

Segundo, las contradicciones se vuelven cada vez más y más politizadas conforme los procesos que destruyen la ecología traen consigo la desaparición presente y futura, actual y potencial, de diversos valores de uso. De suerte que, respetables formas de satisfacción de las necesidades humanas, que no son suficientemente valoradas, enfrentarán más dificultades y serán más caras o, incluso, se tornarán completamente imposibles. Como reacción a esto el potencial de una resistencia social podría tomar forma.

Existe una razón sistémica por la cual esto podría suceder. La tendencia establecida por el consumo de energía y de materia, que resulta en su deterioro cualitativo, se regula por el marco de su capacidad para satisfacer necesidades humanas. Por tanto, el concepto de “calidad” de la energía y de la materia adquiere una carga antropocéntrica. Mientras en términos puramente energéticos nada cambiaría en la Tierra y en el universo como resultado de cien explosiones de bombas atómicas; el incremento de la entropía suprimiría las condiciones para la vida humana sobre el planeta o, al menos, para la civilización. Lo que significa que el incremento de la entropía –y su medida– no constituye únicamente un proceso físico. No existe ninguna necesidad natural de que las bombas atómicas sean detonadas; ni existe ley natural determinando que uno, dos o cinco mil millones de personas deban manejar automóviles; igualmente la tala o la quema de las selvas tropicales no tiene nada que ver con la biología, la meteorología o la física; todas éstos constituyen problemas puramente de relaciones socioeconómicas y de regulación política. Así que si la calidad de la materia y la energía o, incluso, la de ecosistemas completos se deteriora, con efectos adversos para las posibilidades de satisfacción de las necesidades

⁴⁴ Martínez-Alier, *op.cit.*, pp. 2 y siguientes.

⁴⁵ Ver también a Rolf Peter Sieferle, ‘Perspektiven einer historischen Umweltforschung’, in Sieferle, ed., *Fortschritte der Naturzerstörung*, Frankfurt/Main, 1988.

⁴⁶ *Capital*, Libro I, p. 638.

humanas, comienzan a acumularse las bases de un conflicto social. De este modo, el proceso natural de incremento de la entropía se entrelaza con el proceso social determinando el acrecentamiento de la tasa de entropía.

Movilizar la resistencia social contra las leyes físicas sería peor que vano, sin embargo, la ley de la entropía tiene una dimensión social perfectamente susceptible de regulación. Sería engañoso postular, a la manera del primer Club de Roma o del Reporte Global 2000, que la dotación de recursos de la humanidad está dada de una vez y para siempre y que, eventualmente, debe alcanzar un punto de agotamiento natural. La primera ley de la termodinámica establece que la energía en el universo permanece constante; la segunda ley del incremento entrópico afirma que únicamente cambia su calidad; lo que da como resultado escasez económica y, por tanto, demandas sociales de regulación para enfrentarla. La sociedad puede influir en la escala del incremento entrópico, aun cuando los procedimientos mercantiles no son de ninguna manera suficientes para lograrlo, porque ellos son parte del problema y no parte de la solución. Koslowski también se refiere a la escasez cuando escribe:

“Lo que es escaso no es la materia sino sus ordenamientos, la naturaleza viviente orgánica y los recursos materiales determinados cualitativamente. No es el agua como tal la que llega a ser escasa, sino el agua cualitativamente pura, es decir el agua para beber... Lo que es escaso no son los recursos materiales en sí mismos, sino las estructuras y los ordenamientos de la naturaleza en que los recursos en su forma pura y la naturaleza misma están disponibles”.⁴⁷

Al fin, Koslowski está pensando en la naturaleza como una “totalidad orgánica”, como el “gran organismo Tierra”, que es desgarrado a través del acceso selectivo a recursos particulares. Para él, la naturaleza debe ser considerada como un “valor” y “ser afirmada tanto en la política como en la economía como un valor”.⁴⁸ No obstante, si la naturaleza realmente es valorizada en la economía, el resultado es precisamente la destrucción de la naturaleza que Koslowski desea evitar –pese a que “el hombre” trascienda la naturaleza “en el reino espiritual”–. El “hombre” puede perfectamente bien reconocer la naturaleza como un “valor” y, al mismo tiempo, colocarse bajo las exigencias económicas de la valorización. Equipado, a la vez, con una ética ecológica y una racionalidad económica, puede aún degradar la naturaleza.

⁴⁷ Koslowski, *op.cit.*, p. 19.

⁴⁸ *Ibid.*

⁴⁹ Una revisión minuciosa de la literatura se encuentra en Martínez-Alier.

⁵⁰ Ver a Immler; y Stephen G. Bunker, *Underdeveloping the Amazon*, Urbana y Chicago, 1985.

⁵¹ *Capital*, Libro I, p. 176.

No podemos, por consiguiente, abstenernos de un análisis de las *formas sociales* del intercambio humano con la naturaleza, así como tampoco de las formas de la vida social. Los acercamientos a la economía política desde una perspectiva energética⁴⁹ se quedan cortos porque solamente evalúan los procesos económicos en términos de equilibrios energéticos, o se quedan librando una “insípida y tediosa disputa” en torno a la producción de *valor* en la naturaleza,⁵⁰ o sobre “el papel jugado por la naturaleza en la formación del valor de cambio”.⁵¹ La economía política no es olvido de la naturaleza, pero la tesis de que la economía política olvida la naturaleza es en sí misma *olvido de la forma*. El incremento entrópico por la producción de valores de uso –esto es, por la transformación de materia y energía– constituye una ley natural, pero la “tasa de producción de entropía” es objeto de la organización social y política, por lo tanto, se vuelve objeto de conflicto social. Las dimensiones de la contradicción entre economía y ecología no constituyen un destino humano ineludible; pueden ser modeladas por la sociedad.

8. Polarización Espacial y Piratería Temporal

A primera vista parece como si las interferencias entre la crisis económica y la crisis ecológica pudieran ser tratadas prioritariamente como un problema *ético* cuya solución descansara sobre el ascetismo pragmático. ¡Minimiza la agudización de las contradicciones! ¡Consume tan poca energía y materia como sea posible! ¡Actúa de tal forma que el ambiente natural sea dejado a futuras generaciones en no peores condiciones en que lo encuentre! ¡No permitas que posibilidades de desarrollo futuro se pierdan debido a la desmesurada degradación actual del ambiente! ¡Sigue el principio de la ganancia, pero mantén el incremento de la entropía dentro de los límites! ¡Observa el principio de responsabilidad!

Tales son los postulados subyacentes de todos aquellos enfoques ambientalistas que apuntan a una “reconciliación” teórica o práctica entre economía y ecología. Sus imperativos categóricos sirven para sostener una práctica que busca técnicas y formas de organización social que mantengan la tasa de producción entrópica en su nivel más bajo posible. Sus reglas de toma de decisiones, conformes al principio racionalista, establecen criterios ecológicos derivados de una “ética Gaiana” (José Lutzenberger), en acuerdo a la cual la Tierra (“Gaia”) constituye un organismo viviente en el cual el flujo de energía puede mantenerse estable solamente a través de la compleja interacción de sus esferas biótica y abiótica, única en el sistema solar. La vida en la Tierra es vista, así, como un todo que se encarga del mantenimiento de sus

propias precondiciones. De ahí, la regla de abstenerse de cualquier intervención en los ciclos bióticos y abióticos que perturben su interacción. Con todo, los principios éticos todavía deben ser convertidos en imperativos morales: deben ser universalizados y no contradecir otros imperativos morales fundamentados éticamente. El debate en torno a una “ética ecológica” ha sacado a la luz las inconsistencias de la pretensión de reconciliar economía y ecología.⁵² En la práctica, el conflicto entre una ética ecológica y otros principios fundamentados éticamente del Tercer Mundo se pone en evidencia cuando la lucha actual contra la pobreza acepta un empeoramiento de las condiciones naturales de la vida futura. Principios universales no pueden ser usados para decidir qué generación tiene más derechos: la hambrienta de hoy que necesita ser mejor alimentada o las generaciones futuras que necesitarán un ambiente sin daños. Por supuesto, este no es argumento contra la necesidad de normas fundamentadas éticamente para regular el intercambio con la naturaleza, especialmente puesto que la regulación autodeterminante del mercado no es adecuada a las condiciones ecológicas de la actividad económica. Si, según la lógica de esta última regulación, se intenta calcular la base ecológica con valores monetarios, será inevitablemente sobre el principio característico de la forma mercantil: es decir, sobre la reificación y la consecuente eliminación de los límites que la naturaleza representa para la producción y el consumo.⁵³ En cambio, si ese principio es descartado, la posibilidad del cálculo económico basado en la mercantilización y la monetización será reducida.

De cualquier manera, los imperativos categóricos son insuficientes sin reglas *institucionalizadas* del comportamiento ecológico. Si simplemente quedan como imperativos habrá una constante exigencia de enérgicos esfuerzos personales, que siempre estarán amenazados por el riesgo de caer en la trampa racionalista de decisiones y comportamientos puramente individuales: donde la contribución de los individuos a la solución del problema ecológico es sumamente limitada por el peso de su comportamiento no-ecológico en el balance global.⁵⁴ El ascetismo ecológico quizás sea moral, pero la libre conducción es racionalista. Más aún, es difícil y también costoso coordinar la actividad de múltiples individuos a lo largo de cualquier plazo. Esta trampa racionalista condena al fracaso toda propuesta basada en “campañas”, siempre interminables, contra la crisis de los desperdicios, la expansión de los automóviles en las ciudades, o que se pronuncian a favor de un boicot al consumo de madera tropical. Los imperativos deben ser institucionalizados y acompañados de sanciones para que puedan convertirse en límites para todos en las áreas

donde exista un acuerdo social (regido por las reglas de la democracia parlamentaria). Los problemas ecológicos son de carácter global e intergeneracional, de ahí que, dentro de una sociedad nacional como en la que hoy vivimos únicamente puedan ser enfrentados bajo el conocimiento de funciones sancionadas.

El crecimiento económico ha sacado a flote numerosas contradicciones que fueron prácticamente insignificantes o puramente locales durante varios milenios en la historia. El sistema económico, originalmente definido en términos nacionales, perdió su tendencia a la naturalidad en el curso del desarrollo (y cierre) de la economía capitalista moderna sobre el mundo. Las “parcelas puras” o “blancas” en el mapa del mundo fueron desapareciendo y, con ellas, los “entornos ambientales” del sistema ahora ya desarrollado que nació en Europa. Primero el “ambiente” fue convertido en objeto de explotación imperialista, como colonia del centro capitalista; pero luego el sistema capitalista perdió su capacidad para realizar descargas de entropía compensatorias extrayendo materiales y energía del exterior –de lo que eran “parcelas puras” para nuestro conocimiento y que, más bien, deberían ser vistas como “recuadros negros” de nuestra ignorancia ecológica–. A medida que el sistema fue avanzando hacia su cierre, fue forzoso que incrementara su propia “racionalidad sistémica”. El incremento entrópico, entonces, fue reducido inundando de desperdicios a las futuras generaciones –lo que constituye una medida temporal más que una estrategia espacial de externalización intergeneracional–.

Los mecanismos del sistema económico, desde el principio, tienden a resolver problemas eliminando del cuantitativismo económico los límites ecológicos: el tiempo y el espacio. El principio ordenador de la economía toma la naturaleza bajo su poder imponiéndole la lógica cuantitativista de la reproducción de la ganancia y el interés. La respuesta generalizada al desafío ecológico se vuelve abrir nuevos espacios dentro de lo que hasta ahora había sido la naturaleza “no perturbada”, descargando entropía o extrayendo energía de ellos –hasta el límite que la naturaleza animada e inanimada pueda soportar en el planeta– como compensación ante el incremento entrópico.

⁵² Ver a Ursula Wolf, ‘Brauchen wir eine ökologische Ethik?’, *Prokla*, número 69, 1987; y Siefertle, pp- 356 y siguientes.

⁵³ Por ejemplo la “comunicación ecológica” de Lühmann únicamente es posible dentro de los códigos del sistema económico, con su lógica binaria de decisión entre pagar y no pagar.

⁵⁴ Cf. Joachim Weimann, *Umweltökonomik. Eine theorieorientierte Einführung*, West Berlin, 1990, pp. 47-60.

Las tendencias para apoderarse de la naturaleza externa ocupando su tiempo y su espacio han sido largamente tema de la economía política. En su análisis de la jornada de trabajo en la gran industria,⁵⁵ Marx demostró cómo el tiempo fabril reemplaza los ritmos de la vida en el mundo y cómo la cantidad de tiempo apropiada por el capital presiona hasta los límites físicos de la naturaleza humana. Antes en *La situación de la clase obrera en Inglaterra*,⁵⁶ Engels había mostrado cómo la subyugación de las relaciones vitales al proceso de producción capitalista fuerza la naturaleza humana obligándola a alinearse. Thompson describe la historia de la clase obrera en Inglaterra, entre otras cosas, como una lucha permanente contra la sujeción de los ritmos de tiempo tradicionales a la disciplina del capitalismo.⁵⁷ El tiempo estacional y el tiempo del día, las necesidades individuales de tiempo y su distribución colectiva (por ejemplo para la realización del tiempo festivo) pierden su significado crecientemente en la estructura del ritmo de la vida y del trabajo. Porque el “tiempo es dinero”, el tiempo del que se apropia el capital oprime todos los límites físicos de la naturaleza humana tendiendo a engullir las veinticuatro horas de los 365 días del año. Recientes debates en Alemania acerca de la reducción del tiempo de trabajo muestran muy claramente la agresividad de esta tendencia a disociar el tiempo maquina del tiempo de trabajo individual y, por tanto, en última instancia, a liberar el capitalismo de las limitaciones de un régimen temporal que toma en cuenta las necesidades humanas.

El principio de reducción del tiempo de producción se impone con base en la racionalización tecnológica, los métodos de incremento de la intensidad del trabajo, el aceleramiento artificial de la incubación del producto, la catalización acelerada de las reacciones químicas, etc. El tiempo de circulación, por su parte, es reducido mediante la creación de sistemas globales de transporte y comunicación, el desarrollo del sistema de crédito y la propagación de publicidad. Todos estos métodos y tendencias son diseñados para dominar los límites naturales de la producción capitalista. Las innovaciones tienen lugar “tan rápido que los sistemas naturales no tienen oportunidad de crear ciclos y redes”,⁵⁸ que absorban choques y estabilicen el desarrollo del ecosistema. La declinante relevancia del espacio y del tiempo es desastrosa para la evolución de los sistemas naturales.

⁵⁵ *Capital*, Libro I, capítulos 10 y 15.

⁵⁶ En Marx y Engels, *On Britain*, Moscú, 1962.

⁵⁷ E.P. Thompson, *The Making of the english Working Class*, Harmondsworth, 1963.

⁵⁸ Sieferle, *op.cit.*, p. 331.

⁵⁹ *Capital*, Libro I, p. 627.

⁶⁰ Ver a Bunker, *Underdeveloping the Amazon*, donde elabora una teoría ecológica unilateral de la dependencia que no atiende las relaciones de valor

Los avances tecnológicos del transporte ignoran ampliamente los relieves naturales que pudieran obstruir la aceleración deseada. La aglomeración es usada para minimizar los costos de comercialización y eliminar otros gastos que son producidos por la necesidad de superar distancias. La urbanización resultante trae consigo la contradicción entre ciudad y campo, metrópoli y periferia, dominación y dependencia. En este sentido, Marx apuntó que:

“la creciente preponderancia (...) de la población urbana (...) trastorna la interacción metabólica entre el hombre y la Tierra, p.e. impide el retorno a la tierra de sus elementos constituyentes consumidos por el hombre en la forma de alimento y vestido; por lo tanto, obstaculiza el funcionamiento de la condición natural eterna para la constante fertilización de la tierra”.⁵⁹

Esa urbanización que trastorna el ciclo natural de la materia se muestra muy claramente en los basureros de desechos municipales. Pero *relaciones de valor* ecológicamente significativas también se establecen entre ciudad y campo o entre metrópoli y periferia en el mercado mundial: la dependencia de valor, capital y dinero (en la crisis de la deuda, por ejemplo) compromete correspondientes transferencias de recursos y flujos desiguales de energía y materiales.⁶⁰ La dependencia económica, en consecuencia, interrumpe las secuencias ecológicas y genera incrementos entrópicos más elevados de lo que podría haber sido de otro modo.

Las consecuencias del reducido significado práctico del espacio y del tiempo son la polarización espacial y la piratería temporal. Como el espacio es cercenado para acelerar la circulación y la producción, llega a ser más difícil o incluso imposible usarlo para satisfacer otras necesidades humanas –por ejemplo, para recuperarse del exceso laboral–. De esta manera, espacio y tiempo son recursos “escasos” por los cuales se compite para su uso. Ya que la necesidad de ocio recuperativo no puede ser enteramente suprimida sino sólo modificada en su forma, su satisfacción debe ser relocalizada en el espacio o postergada en el tiempo mediante el pago de una compensación monetaria. El manejo de esta polarización inicialmente traumática se convierte en objeto de una nueva industria turística, que garantiza que la gente afectada por este cercenamiento del espacio y del tiempo debida a la valorización del capital pueda ser transportada hacia áreas especialmente preparadas para su recuperación. La piratería temporal se expresa como una antítesis entre trabajo y tiempo libre, en la cual este último es gobernado por el acelerado régimen temporal del proceso de producción: el mejor consumidor es el consumidor más rápido. Esos fenómenos espaciales y temporales son elementos del “extrañamiento” de hombres y mujeres respecto de la naturaleza.

La polarización espacial y la piratería temporal son causa de conflictos sociales y políticos, incluso cuando son recubiertos por tensiones superficiales que parecen no tener nada que ver con el tiempo o el espacio. Las sociedades capitalistas, regidas por la forma dinero y la valorización del capital, no sólo crean conflictos, también crean la forma en que éstos pueden ser manipulados: esto es, la *monetización* de la degradación ecológica de la naturaleza humana externa e interna. El cuantitativismo económico, que se yergue sobre la contradicción con los procesos ecológicos cualitativos, ofrece dinero no únicamente para solucionar problemas económicos y ecológicos, sino también como medio para su manejo constante.⁶¹ El carácter dual de los procesos sociales demuestra ser un recurso para el manejo del conflicto: los factores ecológicamente dañinos producidos en la dimensión material son inicialmente absorbidos en la dimensión del valor por la forma general del valor, el dinero.

El dinero es producido en el proceso de intercambio mercantil como forma social característicamente mediadora. Sus funciones también se ajustan bien para la manipulación de problemas complejos, operando como “encubridor de las relaciones sociales” y compensador del daño social. El dinero es el prerrequisito social para la internalización de los efectos externos. El daño a la salud causado en el proceso de trabajo es compensado con una prima, la contaminación del aire con un “pago extraordinario por condiciones de suciedad”, la contaminación del agua con un impuesto sobre desechos fluidos. A la inversa, residencias con buen aire y paisaje ileso generan una renta más alta que la de distritos contaminados. La canasta de bienes que conforma el precio de la fuerza de trabajo en países altamente desarrollados incluye un viaje anual de vacaciones. De este modo, el dinero paga por el tiempo expropiado, mientras el espacio global es convertido en un paquete de mercancías cuyos elementos pueden ser usados para el “tiempo de descanso”.

La categoría dinero hace posible que múltiples fenómenos de la degradación ecológica (p. e. el incremento entrópico) sean reducidos a una cualidad común y, por consiguiente, se vuelvan accesibles al cálculo económico racional. La contaminación del agua es medida en términos de dinero, igual que la pérdida de la diversidad de especies o el costo de viajes vacacionales. El dinero es aquí el medio para compensar y racionalizar la degradación ecológica. Los límites de esta racionalidad ya los hemos mostrado al inicio de este ensayo. La monetización presupone, primero, que suficiente dinero como medio de compra es válido para compensar el tiempo y el espacio perdidos, y, segundo, que también se presentan las ofertas compensatorias de espacio y tiempo. El dinero, en última instancia, es el me-

dio de las relaciones de intercambio mercantil y, por tanto, requiere tanto oferta como demanda. El dinero es necesario, sin embargo, no sólo para comprar compensaciones efectivas, sino también para llevar a cabo costosas reparaciones del ambiente degradado en la medida en que exista disponibilidad para pagar por dichas medidas. Así, después de que la naturaleza ha sido degradada ampliamente por el crecimiento económico, rebajando el “disfrute de la vida” y, más aún, haciendo que la existencia humana misma quede amenazada en muchas regiones, la tendencia del crecimiento recurre a reconstruir el ambiente como un *artefacto*. Esto debe ser interpretado como resultado específico del sistema económico moderno. Con ayuda del dinero, las consecuencias ecológicas de la producción y el consumo pueden ser introducidas dentro del sistema del valor, de tal forma que, son manipuladas como “costos defensivos del crecimiento”. Desde esta perspectiva, el ambiente natural no es simplemente considerado como un almacén de recursos o un contenedor de desperdicios, sino, más bien, como un producto producido por el proceso de producción, en la medida en que el conjunto social está listo y dispuesto a pagar por la reconstrucción del ambiente por el interés colectivo. De este modo, la reconstrucción del ambiente se convierte en campo para la acumulación de capital.

El “capitalismo ecológico” parecería, entonces, ser imaginable y factible como una sociedad continuamente recreadora de sus propios fundamentos “naturales” como bien de consumo. Sin embargo, esto no cancela el hecho básico de que incluso la recreación restauradora del ambiente humano natural (“naturaleza humanizada”) implica un incremento de la entropía. Ya que, la descarga de entropía para la reparación del daño ecológico se encuentra necesariamente ligada al consumo entrópico en otros puntos del ambiente: parece así que sólo el reciclamiento de los desperdicios podría ofrecer una solución radical al problema. Pero si los desechos industriales o la naturaleza degradada son convertidos en valores de uso para la satisfacción de necesidades humanas, es únicamente a través de nuevos gastos de energía y de materiales. Lo que vuelve a estas reparaciones parte constitutiva del problema. Queda así sólo una respuesta: organizar, desde el principio, la transformación de energía y de materiales de tal forma que el ineludible incremento de la entropía sea mantenido en su nivel más bajo posible y fundar, dentro del funcionamiento del sistema económico, una serie de imperativos dirigidos a prevenir el daño ecológico.

⁶¹ O como el medio de “comunicación ecológica”, como lo designa Luhmann.