



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

CONTRIBUCIONES DE NICHOLAS GEORGESCU-ROEGEN
A UN ENFOQUE ALTERNATIVO SOBRE
ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRA EN ECONOMÍA

PRESENTA:
TANIA HERNÁNDEZ CERVANTES

TUTOR:
MTRO. IGNACIO PERROTINI HERNÁNDEZ

MÉXICO, D.F.

MAYO, 2008





UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos o de cualquier otro material que sea objeto de protección de los derechos de autor será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los derechos de Autor.

A mi familia: Manuel, Ana, Francisco, Aleida y Edgar.

*Al Dr. Alejandro Nadal Egea, porque su dedicación, profesionalismo,
pero sobre todo, su visión de científico social humanista,
fueron mi primera motivación para orientar mis
preocupaciones hacia los problemas ambientales.*

Agradecimientos

A mi tutor, el Mtro. Ignacio Perrotini Hernández, por guiarme y apoyarme en el proceso y culminación de este trabajo de tesis.

A Marcos Chávez, por sus diarias contribuciones a mi formación económica, política y social.

Al Dr. Rafael Borrayo, el Dr. Fernando Rello, Dr. Luis Miguel Galindo, les agradezco su disposición a conocer y dictaminar el presente trabajo, de manera cuidadosa y profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, porque su infraestructura académica y física, me proporcionó las facilidades para continuar mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, institución que me otorgó respaldo financiero para mis estudios de maestría.

Índice

	Pág.
Introducción.....	1
Capítulo 1. Los límites de la teoría económica ambiental: fragilidad de los fundamentos de la teoría de las externalidades	7
Introducción.....	7
1.1 Análisis del enfoque de externalidades	10
1.2 Problemas de los fundamentos de la EA: el óptimo de Pareto y el equilibrio general.....	16
1.2.1 Una crítica ética al criterio de eficiencia del óptimo de Pareto. Eficiencia vs. Bienestar.....	16
1.2.2 El equilibrio general: un tema pendiente de la teoría. Crítica al supuesto de estabilidad.....	21
1.3. La estructura de flujo circular de la teoría de la EA vs. la irreversibilidad del deterioro ecológico.....	32
Conclusiones.....	34
Capítulo 2: Un enfoque alternativo al problema económico-ambiental: contribuciones de Georgescu Roegen	36
Introducción.....	36
2.1 La versión neoclásica de proceso económico y su representación.....	37
2.1.1 La versión de proceso de la economía neoclásica	39
2.1.1.1 La representación de la producción.....	41
2.1.1.2 El problema de la utilidad en la teoría del consumidor.....	46
2.2 Redefinir el proceso económico: la versión de Georgescu-Roegen.....	52
2.2.1 Los límites del proceso.....	52

2.2.2 Implicaciones económicas de la ley de la entropía.....	55
2.3 Un modelo alternativo de producción: el modelo de <i>flujo-fondos de servicios</i> , sus alcances y limitaciones.....	61
2.3.1 Categorías analíticas del modelo vs. las categorías convencionales.....	62
2.3.2 Formalización básica del modelo de flujo-fondos de servicios.....	64
2.3.3 Especificación del modelo de estado estacionario en una unidad de producción...	67
Conclusiones.....	73
Capítulo 3: La bioeconomía de Georgescu Roegen, sus lineamientos y limitaciones ...	75
Introducción.....	75
3.1 Los lineamientos del programa de bioeconomía.....	76
3.2 Los límites del programa de bioeconomía: las asimetrías en el uso del stock energético: problemas particulares en una economía de mercado capitalista.....	80
3.3 Los límites del programa de bioeconomía: el problema del consumo excesivo, ¿Necesidades “humanas” ilimitadas?.....	85
Conclusiones.....	91
Conclusiones Finales.....	94
<i>Bibliografía</i>	102

Introducción

El deterioro ecológico que actualmente experimenta el planeta ha alcanzado magnitudes alarmantes que amenazan la sobrevivencia de un sin número de especies, incluyendo al ser humano. Aunque la humanidad en diversas épocas ha enfrentado problemas ambientales, ninguna sociedad, como la moderna industrializada, había sido fuertemente partícipe del desastre ecológico. Desde que empezaban a madurar las estructuras de producción industriales en el siglo XIX, establecidas con la revolución industrial del siglo XVIII, ya era visible que la intensidad y la escala de la producción propiciarían desequilibrios en el ecosistema.

El primer sector que resintió una crisis ecológica fue el agrícola de los países recientemente industrializados, sucedida en las primeras décadas del S. XIX en Europa y, poco después, en Estados Unidos. Bellamy Foster (2000) nos reproduce la historia de las décadas de 1820 y 1830 en Gran Bretaña, donde el tema del agotamiento del suelo, generó una situación de pánico. Para fertilizar las tierras, los agricultores usaron los huesos de los muertos de las recientes batallas de Waterloo y Austerlitz, e incluso la importación de los mismos alcanzó escalas nunca antes vistas.

La creciente preocupación de los agricultores capitalistas de esa época y los gobiernos de sus países, presionaron las agendas de investigación de la biología y la química, para encontrar soluciones¹. Las contribuciones del químico Liebig en su obra *La química orgánica y su aplicación a la agricultura y la fisiología* publicado en 1840, desplegaron las fuerzas de una segunda revolución agrícola². Sus investigaciones dieron a conocer los diferentes nutrientes del suelo (fosfato, nitrógeno y potasio) y sus funciones, lo cual se aplicó en fertilizantes y agroquímicos. Sin embargo, el periodo que los agricultores disfrutaron las glorias de estos avances, fue mucho menor a la duración de la primera revolución agrícola, la cual comprendió siglos. Esta nueva revolución fue más corta, tan sólo unas cuantas décadas: de 1830-1880, según Bellamy Foster. Después, la decadencia de la productividad de la tierra reapareció y ahora con más agudeza. La tercera revolución técnica del campo de mediados del siglo XX³, ha sido todavía menos duradera. Una gran cantidad de tierras en las que se aplicaron las innovaciones tecnológicas de esa tercera revolución, hoy están desertificadas (Davidson, Eric, 2000). El resto de los recursos naturales, presentan resultados similares cuando se les explota masiva e intensivamente. Varios científicos, entre los que se cuenta al propio Liebig, dieron cuenta de esta

tendencia hacia la pérdida absoluta de la calidad de los recursos. Él se refería al caso particular de los suelos. La ciencia física, da a esta tendencia o comportamiento de la naturaleza, el carácter de ley, llamada ley de la entropía, que es parte del cuerpo de leyes de la termodinámica. Con ella se explica que, a cada transformación de la energía y la materia, corresponde una pérdida de utilidad de las mismas⁴. Es decir, poseen una tendencia a adquirir estructuras tan desordenadas que llegan a asumir la categoría de deshechos no utilizables.

Comprendiendo esta ley, la tecnología no hubiera aparecido como una solución tan obvia al problema del campo y a los problemas ambientales en general. En la época moderna, la tecnología ha contribuido a racionalizar los métodos de explotación, pero no a eliminar la sobreexplotación. De modo que los avances técnicos se presentan como una forma de acelerar el paso hacia el estado de total inutilidad de los recursos naturales.

Actualmente, enfrentamos una crisis ambiental marcada por el calentamiento global y en gran parte debida a la actividad industrial y la sociedad del automóvil. La diferencia entre la crisis del siglo XIX del sector agrícola y ésta, es que el calentamiento global trastoca a todos los ecosistemas, terrestres y acuáticos. El deshielo de las placas polares y su consecuente aumento del nivel del mar, generan cambios climáticos que modifican los ciclos naturales de la reproducción de las especies, los ciclos de la producción agrícola y consiguen pérdida de biodiversidad. Según el informe de la IPCC 2007 (Intergovernmental Panel of Climate Change, por sus siglas en inglés), la manifestación de estos cambios, se verán en sequías, lo cual afectará la producción de alimentos; dará lugar a epidemias por el contagio de bacterias en el agua que aparecen con el calor, entre otros. Claro, la distribución de los efectos no es de manera homogénea alrededor del orbe, pero a todas partes ha llegado la alerta de tomar medidas al respecto.

Ante este panorama, de nuevo, los gobiernos y las corporaciones, estimulan investigaciones en varias arenas científicas. En el campo de la economía, no se ha hecho esperar la demanda de soluciones. Y es esta realidad la que inspira nuestro trabajo y nos motiva al estudio de los marcos analíticos disponibles en nuestra disciplina que se proponen comprender la interacción entre economía y medio ambiente. Específicamente, en esta investigación pretendemos demostrar la consistencia del paradigma desarrollado por Nicholas Georgescu-Roegen (en adelante GR) y su capacidad para satisfacer la comprensión del problema ecológico que se atribuye a la relación economía y naturaleza. En este trabajo se argumenta y justifica la necesidad de buscar un enfoque alternativo al surgido de la teoría estándar para tratar la interacción entre economía y naturaleza.

Las contribuciones de Roegen se asumen como una propuesta alternativa al paradigma dominante de economía ambiental. De ese modo, el primer paso metodológico de esta investigación consiste en afirmar la necesidad de un enfoque alternativo. Por eso, previo al tratamiento de las aportaciones de nuestro autor, presentaremos una revisión analítica de las limitaciones de la economía ambiental.

De manera general, las grandes contribuciones de GR al debate económico ambiental son básicamente dos: primeramente ofrecer un marco epistemológico a la representación de proceso económico, tarea que emprende después de hacer una crítica a la versión de proceso económico de la teoría neoclásica. Segundo, introducir la ley de la entropía al análisis económico. Una de las más importantes implicaciones de este segundo aspecto, es que se reivindica la función de los recursos naturales dentro del proceso económico⁵. En otras palabras, se asienta que “el proceso económico materialmente consiste en la transformación de baja entropía en alta entropía (p. ej. en desperdicio), y dado que esta transformación es irrevocable, los recursos naturales necesariamente deben representar una parte de la noción del valor económico” (GR, 1971: 18). Así, GR nos proporciona una base científica sólida, que argumenta en contra de la utilización indefinida de la energía y los materiales contenidos en el planeta Tierra.

GR refresca los siguientes hechos: 1) la economía es un proceso que se soporta en una base física y material (físico-química biológica); 2) dicho proceso tiene esencialmente un carácter cualitativo y 3) un proceso material con cambios cualitativos sólo puede comprenderse desde un marco analítico fisiológico y evolucionista que la teoría estándar no provee.

Partiendo de estos hechos, nuestro autor reconstruye la representación del proceso económico. En su versión de proceso se reconoce que el sistema biofísico condiciona al sistema económico en tanto que la producción depende de la disposición de recursos naturales (o materias primas) para transformarlos en bienes. También reconoce la generación de desperdicios que se da a la par de la producción de los bienes y que al depositarse en la base natural, causan un deterioro ecológico irreversible. Este razonamiento está plasmado en el modelo de producción llamado “flujo-fondos de servicios” propuesto por Roegen y que sustituye a la representación neoclásica de la producción. Este modelo puede concebirse como una primera formalización de una teoría económica ambiental alternativa.

La estructura de la investigación que ahora tiene en sus manos el lector, se compone de una introducción, tres capítulos y un apartado de conclusiones. En el primer capítulo consideramos importante revisar los límites del enfoque de economía ambiental. Ubicamos sus limitaciones en

sus propios basamentos teóricos. El capítulo abre con una exposición analítica sobre la teoría de las externalidades. Ahí encontramos que sus raíces teóricas están en la teoría neoclásica de equilibrio general y, específicamente en la economía del bienestar. Por tanto, la efectividad del enfoque de economía ambiental se verifica probando la consistencia de ese tronco teórico. Por eso, en el segundo apartado de este capítulo revisamos la consistencia del supuesto de estabilidad de la teoría del equilibrio general, ya que si no se cumple tal supuesto, la teoría no logra sostenerse. Con la misma lógica tratamos el principio de óptimo de Pareto en esa sección, considerando que este principio es la pieza clave de la economía del bienestar. Los resultados de estas dos secciones nos llevan a concluir que el tronco teórico de donde nace la economía ambiental es altamente frágil, por lo que este enfoque se vuelve poco eficaz para comprender y resolver los desequilibrios entre economía y medio ambiente. La tercera parte del capítulo contrapone la estructura de flujo circular de la teoría estándar (y por añadidura también de la economía ambiental), a la irreversibilidad de los procesos físicos. Las conclusiones del primer capítulo justifican la necesidad de buscar una teoría alternativa para tratar la relación economía y medio ambiente.

Posterior al análisis descrito arriba, llegamos a la parte nuclear de nuestro trabajo, comprendida en el capítulo dos. En esta sección sugerimos la teoría de GR como un enfoque alternativo y apropiado para analizar la problemática entre economía y naturaleza. Por tanto, el compromiso en esta sección es demostrar el poder explicativo de la teoría de GR y la utilidad de las herramientas analíticas desarrolladas por él. El capítulo inicia con la crítica epistemológica de GR a la versión neoclásica de proceso productivo, ya que de ahí surge el fundamento teórico de su contribución al tema económico ambiental. Después, nos internamos a las venas de su propio modelo de proceso económico, o bien, su redefinición de dicho proceso. Ahí se podrá observar la diferencia entre este enfoque y el de economía ambiental neoclásica, además del potencial de las herramientas analíticas planteadas por el autor. En el tercer subapartado, discutimos la introducción e implicaciones de la ley de la entropía en el proceso económico, lo cual se considera una de las más valiosas aportaciones de GR. El desarrollo de este capítulo nos lleva a concluir la necesidad de un cambio en el paradigma económico y en los objetivos de un sistema económico social.

Por último, en el capítulo tercero nos ocupamos del programa de bioeconomía de GR, donde ubicamos sus sugerencias normativas para tender hacia una economía baja en entropía. En ese programa de bioeconomía el autor insiste en la promoción de una ética intergeneracional que lograría una administración socialmente responsable de los recursos naturales. El supuesto de GR es que la ética intergeneracional presionaría a la sociedad moderna a reducir su consumo.

En consonancia con esa idea, nuestro autor habla de poner un tope a las necesidades individuales presentes. Según él, la presión hacia la base de recursos naturales viene del consumo promovido por la tendencia del ser humano a crearse necesidades infinitas y superfluas. Al consumir, la sociedad estimula la generación de más volúmenes de producción; y esto a su vez, sugiere más extracción y más desperdicios. En esta sección, tomamos la iniciativa de poner el programa bioeconómico frente a la racionalidad del sistema económico dominante, el capitalista, con una doble intención: identificar los límites de la bioeconomía roegeniana en el sistema actual y explicar por qué un programa de esta índole encuentra resistencia en las economías de mercado actuales. La idea que de nuestro lado se sostiene es que la racionalidad de la producción del sistema capitalista, ha conducido, como en ninguna otra formación económica, a una más rápida y más profunda explotación de las fuentes de baja entropía.

A manera de reflexión final en este tercer capítulo, se plantea que la escasez física objetiva de recursos naturales, alimenta una nueva fuente de conflicto social: la lucha por la apropiación de las condiciones naturales de la producción. La existencia de grupos sociales con objetivos distintos profundiza el conflicto. Uno de estos grupos pretende la apropiación de la naturaleza para producir ganancias, y el otro, para la simple subsistencia y perpetuación de la especie humana.

1 Foster, narra que “la Asociación Británica para el Fomento de la Ciencia encargó en 1837 al químico Liebig que escribiera una obra sobre la relación existente entre la agricultura y la química. La fundación de la Real Sociedad Agrícola de Inglaterra, organización que encabezaba el movimiento británico de la alta agricultura –un movimiento de ricos terratenientes que tenía por finalidad mejorar las explotaciones agrícolas- tuvo lugar al año siguiente” (Foster, 2000: 233)

2 La primera revolución agrícola según las referencias de la historia del agro citadas por Foster (2000), llevó varios siglos y técnicamente comprendió mejoras en el abono con estiércol, la rotación de las cosechas, el drenaje y la gestión de las explotaciones ganaderas. (Ibid: 231)

3 Ésta fue la llamada “revolución verde”.

4 En sentido estrictamente físico, la ley de la entropía es la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo.

5 Heinz Kurz en su artículo “Las contribuciones de Sraffa a la economía: algunas notas sobre sus trabajos inéditos”, aporta elementos para hacer paralelismos entre los intereses de investigación de Piero Sraffa y Georgescu-Roegen. Sraffa, también reivindicó la función de los recursos

naturales en la producción en su obra “Production of Commodities by Means of Commodities”. Además, Sraffa, al igual que Georgescu, se preocupó porque la abstracción de la teoría económica representara fenómenos reales. Al respecto Heinz comenta que “Sraffa insistió en que en economía los conceptos teóricos tenían que estar arraigados en, o derivados de, fenómenos que tenían una existencia real, aborrecía la abstracción quincallera y los desdeñosos conceptos idealistas. Él no aceptaba un razonamiento nada más porque lo hubiera formulado una autoridad”. (Kurz, Heinz, 2007: 18)

Capítulo 1. Los límites de la teoría económica ambiental: fragilidad de los fundamentos de la teoría de las externalidades.

Introducción.

En este primer capítulo nos proponemos hacer una revisión crítica de los fundamentos teóricos de la economía ambiental. Dado que esta disciplina económica es la que domina en el tratamiento de las relaciones economía y medio ambiente, parece pertinente revisar su rigor analítico y explicativo.

La economía ambiental (en adelante EA), como disciplina, surge en los años 1960s. Su antecedente es una investigación, promovida por el gobierno de Estados Unidos, sobre el estado en que quedaron los recursos naturales después de la segunda guerra mundial (David Pearce, 2002: 58). El objetivo de la investigación era ofrecer respuestas al deterioro y escasez de los recursos naturales, causados por el uso desmedido de recursos minerales, agrícolas y energéticos durante el conflicto bélico. La relevancia económica de este estudio se debía a que la escasez y deterioro ambiental se empezaban a traducir en pérdida de productividad, aumento de costos de la producción, etc. y se convertía en otra fuente de crisis económicas (Oates y Cropper, 1992). Posteriormente, la teoría económica estándar recoge la preocupación por el costo ambiental y formaliza una rama de estudio, hoy conocida como economía ambiental.

La EA se soporta en la teoría de las externalidades. Esta teoría es un intento por resolver el rompimiento de las condiciones de eficiencia en el mercado. Una situación en la que prevalece la eficiencia, implica que el sistema de precios logra una asignación tal, que todos los agentes cumplen sus planes deseados de producción y consumo. La realización de un plan deseado es igual a decir que el agente maximiza su bienestar. Francis Bator (1958: 351) explica cómo interfieren las externalidades en la maximización del bienestar, con las siguientes palabras: “la deseabilidad de una actividad¹ económica, se evalúa con relación a la solución de valores de algún problema explícito o implícito en la maximización del bienestar. Sin embargo, cuando hay una externalidad, alguno de los agentes es incapaz de lograr su objetivo maximizador de bienestar, ya que el sistema de precios fracasa en la asignación, porque un evento o variable ajena a las contempladas por el mercado, no ha sido capturada. En consecuencia, la externalidad representa un costo o pérdida de bienestar para alguno(s) de los agentes”².

Para este enfoque económico ambiental, la externalidad o fallo del mercado surge por la no cuantificación del deterioro ecológico, lo cual distorsiona el sistema de precios (Pearce, 1985:11). El concepto de externalidad dentro de la EA, se presenta como daños ambientales, cuyos costos o perjuicios no son asumidos por los generadores del daño. Debido a este tratamiento es que la EA se inserta de manera natural en la economía del bienestar y hace uso del instrumental analítico de la teoría neoclásica. La principal herramienta teórica que emplea es el óptimo de Pareto. La eficiencia u óptimo de Pareto básicamente significa que los agentes realizan intercambios que recíprocamente les reporta una utilidad o bienestar mayor a aquél que les proporcionaba el estado anterior al intercambio. Este concepto es primordial en la EA, y se aplica en los cálculos de costo-beneficio que en principio arrojan luz sobre las compensaciones necesarias para restablecer el bienestar de los agentes afectados por la contaminación.

Uno de los debates más actuales dentro de la EA es el desarrollo de mecanismos de compensación monetaria para los afectados por el deterioro ecológico. El objetivo que se persigue con estos mecanismos, es mantener las condiciones del bienestar. Sin embargo, su aplicación es aún casi nula.

La revisión crítica alrededor del marco teórico de la economía ambiental que presentamos en este capítulo, se ubica en dos dimensiones de análisis:

La primera dimensión se establece en el contexto de la crítica hacia la teoría del equilibrio general y el razonamiento que se sigue es así: la EA asume como válidos los supuestos de la teoría neoclásica y del bienestar, y por ende, acepta que los mecanismos de mercado funcionan y son efectivos para resolver los problemas de distorsión de precios. Por tanto, la solidez de este enfoque ambientalista, debe considerarse evaluando, en primera instancia, la consistencia de la teoría neoclásica o Teoría del Equilibrio General (TEG) y el criterio de eficiencia de Pareto. Un análisis con estas características resulta crucial, ya que sin una demostración contundente de que el equilibrio que sustenta la teoría, existe y es estable, las medidas de política que emanan de la economía ambiental, perderían sentido.

La segunda dimensión de análisis, se construye a partir de la siguiente pregunta: ¿Puede la EA tratar de manera completa la relación entre economía y medio ambiente? Una respuesta positiva implicaría que esta disciplina reconozca, al menos, los dos siguientes hechos: Por un lado, que toda producción es en sí misma “producción conjunta” (esto es producción del bien útil y uno de desperdicio o contaminación) y que, de acuerdo con las leyes de la termodinámica que rige al

mundo físico, la generación de desperdicio tiene límites y sus efectos son irreversibles. Por eso el problema ecológico debería asociarse a un problema de límites absolutos, no relativos, como intenta tratarlos la economía ambiental. Sin embargo, debido a la estructura lógica de flujo circular que admite la economía ambiental, se hace imposible capturar este último hecho en su análisis. El segundo hecho que debería reconocerse es que el problema ambiental es un problema de *trasumo*, lo cual abarca tanto el problema de extracción como el de contaminación. Pero la EA desde su génesis, trató de distinguirse por su orientación exclusiva hacia los problemas de contaminación (Pearce, 2002: 59), lo cual restringe su poder explicativo de las relaciones entre economía y naturaleza.

La exposición del capítulo se organiza en tres apartados: el primero trata de comprender los fundamentos de la teoría de las externalidades, sus orígenes e intuiciones básicas. El segundo, retoma la crítica a la consistencia de la teoría del equilibrio general y del óptimo de Pareto. El objetivo es desarrollar la primera dimensión de análisis crítico que hemos señalado arriba. Para este propósito, consideramos suficiente revisar el supuesto de estabilidad del sistema de precios, apoyándonos en las aportaciones a este debate, de dos connotados economistas neoclásicos: Frank Hahn y Franklyn Fisher. Sus trabajos tienen la singularidad de demostrar, con los propios dispositivos de la TEG y permaneciendo en su marco de trabajo, la falta de pruebas irrefutables que sostengan que el equilibrio en el sistema de precios existe y es estable. Por su parte, para tratar la crítica al óptimo de Pareto, recuperamos la posición de Amartya Sen, la cual se centra en el problema distributivo del bienestar que se presenta en la eficiencia en el sentido de Pareto.

La tercera sección, aborda la segunda dimensión de análisis crítico, que gira en torno a la capacidad de la estructura lógica de la economía ambiental para comprender la relación entre economía y naturaleza. Para llevar a cabo este análisis, ponemos la estructura de flujo circular de la teoría, contra los límites biofísicos o escasez objetiva de los recursos naturales. Desde ese estrado, se observa que la visión de externalidades es insuficiente para abordar las relaciones entre economía y naturaleza, dado que puede haber asignaciones eficientes –suponiendo que el sistema de precios funciona correctamente-, pero exceder la capacidad de carga del ecosistema. Y éste es un problema que rebasa el alcance de la teoría de las externalidades ambientales.

Al final de estos tres apartados, se apreciará la necesidad de acudir a marcos de trabajo alternativos, que aborden de manera más satisfactoria la interacción entre la economía y los sistemas naturales. Este es el tipo de conclusiones que se añaden al terminar el presente capítulo.

1.1 Análisis del enfoque de externalidades.

La teoría de externalidades se inicia con las contribuciones de las obras de Alfred Marshall (1890), *Principios de economía*, y de Arthur Pigou, *Economía del bienestar* de Arthur Pigou (1920). Marshall distinguió entre economías internas y economías externas y analizó por separado los factores directamente controlados por la empresa (economías internas) y aquellos que descansan sobre el sector industrial (economías externas). La etiqueta “externas” fue usada para indicar el beneficio obtenido por la empresa a través de agentes ajenos.

Por su parte, Pigou expone la existencia de casos en los que la acción de un particular, perjudica a otros individuos, mientras que el particular se beneficia. En ese sentido, se presenta una diferencia entre los beneficios privados y sociales, o bien, entre los productos marginales social y privado. Las divergencias entre ambos productos, -nos dice Pigou- expresan la pérdida de bienestar de algunos de los individuos involucrados.³ Por eso sugiere buscar medidas que tiendan a nivelar los beneficios sociales y privados. La más popular de ellas, consiste en definir un impuesto que compensaría la pérdida de bienestar causada por un particular, en el resto de la sociedad. Esta solución ha sido ampliamente retomada por el enfoque de externalidades ambientales. El contaminador, es el privado que debe compensar la pérdida de bienestar en el público con mecanismos monetarios. Por eso se ha dicho que uno de los principios de la economía ambiental consiste en “el que contamina paga”.

La definición más convencional de externalidad, se describe en función de sus efectos. En este sentido, una externalidad significa la violación de las condiciones (marginales) de asignación óptima de recursos, en un contexto de condiciones de equilibrio competitivo. (Pearce, 1985; Baumol y Oates, 1982).

De manera general, la violación de las condiciones de optimalidad se debe a una interdependencia entre agentes económicos que generan beneficios o costos no cuantificados por el sistema de precios (Pearce, 1985: 39). No obstante, deben hacerse precisiones a la definición de externalidad en términos de interdependencias, puesto que no todas las interdependencias no cuantificadas generan externalidades. Mishan (1971), fue el primero en advertir esta imprecisión indicando la diferencia entre la interdependencia que influye en la función de utilidad de manera “indirecta” (vía precios), y aquella que incide de manera “directa” (mediante actos deliberados de los agentes). La propuesta de Mishan fue definir la externalidad en función de los cambios que propiciaban agentes ajenos en la función de utilidad individual (la cual reúne los valores del bienestar de los individuos). Baumol y Oates (1982: 19) formalizan esta discusión al establecer dos condiciones que dan lugar a una externalidad:

Condición 1: Existe una externalidad siempre que las relaciones de utilidad o producción de algún individuo (digamos del individuo A) incluyan variables reales (es decir, monetarias), cuyos valores son elegidos por otros (personas, sociedades mercantiles, gobiernos) sin atención particular a los efectos sobre el bienestar de A.

Condición 2: El agente decisor, cuya actividad afecta los niveles de utilidad de otro o entra en sus funciones de producción, no recibe en compensación por su actividad una cantidad (paga) igual en valor a los beneficios o costes (marginales) ocasionados.

Para el caso de las externalidades ambientales, en la disciplina económica ambiental, existe una discusión respecto a asociar su origen al carácter de bienes públicos⁴ de los recursos naturales, o en su caso, de males públicos (p.ej. la contaminación). La discusión se debe a que el carácter público de un recurso natural, a veces sí limita su uso a otros, lo cual no se ajustaría bien a la definición de bien público. Supongamos que existe una noria a la cual hay acceso irrestricto (es un bien público), pero dado que el volumen de agua que se puede extraer de ahí es limitado, el acceso del individuo 1, reducirá la cantidad de agua que puede obtener el individuo 2, y éste último limitaría a su vez al individuo 3, y así sucesivamente.

Dado que los recursos naturales son en sí mismos limitados, la externalidad ambiental, debe ir más allá de la asociación elemental a bienes públicos. Al respecto, Baumol y Oates (Ibid) ofrecen una salida: las externalidades ambientales se pueden distinguir entre externalidades agotables y externalidades inagotables. Las externalidades inagotables delimitan su significado al siguiente hecho: “Un aumento en el consumo del bien por un individuo, no reduce su disponibilidad para otros” (Ibid: 21). Cuando el acceso al bien público sí restringe la disponibilidad de ese bien a los otros individuos, entonces se convierte en una externalidad agotable.

Dentro de la economía ambiental, el debate sobre la definición de externalidad ambiental es muy importante, ya que el método de corrección del fallo del mercado, se elegirá en función del tipo de externalidad de que se trate. Sin embargo, esa parte del análisis exceden los propósitos de este capítulo. Del debate sobre la definición más apropiada de externalidad asociadas a los problemas de contaminación, sólo interesa destacar el consenso existente en la economía ambiental. Éste consiste en desarrollar técnicas para conocer el valor monetario de la externalidad ambiental, asignarlo y, de ese modo, corregir la distorsión en el sistema de precios.

El cálculo del valor de la externalidad, no obstante, es bastante controvertido, porque es cuestionable que la degradación ambiental pueda ser compensada con dinero. En primer lugar, porque la degradación de algunos de ellos son irreparables. Y, en segundo, porque los recursos naturales cumplen diferentes funciones en los ecosistemas, de modo que su extinción o degradación, altera la estabilidad del sistema natural en su conjunto. Pero por el momento haremos a un lado esta discusión y explicaremos brevemente cómo funciona la técnica del costo-beneficio que la EA utiliza para calcular el valor del perjuicio social de la contaminación. El objetivo del cálculo de costo-beneficio es cuantificar la pérdida de bienestar debida al rompimiento del principio de eficiencia en el sentido de Pareto. Una vez conocido esos valores, se puede proceder a restablecer la igualdad entre las tasas marginales de sustitución (TMS)⁵ de los agentes. Las TMS de los dos agentes deben ser iguales. Cualquier punto fuera de la curva de contrato está fuera del óptimo; un óptimo es una intersección entre las curvas de indiferencia de ambos agentes tangente a la curva de contrato. (Pearce, Ibid: 23). Sin embargo, no ha sido fácil determinar en función de qué se valoran los costos del daño ambiental. Sucede a menudo que la instancia encargada de fijar el costo de la contaminación, hace una subvaloración porque tiene elementos insuficientes para configurarlos. Entonces, los instrumentos de control aplicados no surten los efectos deseados (Oates y Cropper 1992: 677)

Las técnicas de evaluación de costos beneficios se basan en la definición del valor que tiene para los agentes de la economía (consumidores y productores), los cambios en la calidad del ambiente.⁶ Por ejemplo, el valor de la contaminación para un consumidor puede ser el costo de una enfermedad respiratoria. En tanto, para un productor, el valor está dado por las ganancias que le reporta la polución.

Los métodos generalmente están diseñados desde la perspectiva de los receptores del impacto ambiental. La teoría los ubica en el sector de los consumidores. Se presentan dos vías de atención del problema: uno es la disposición a pagar (DAP) y el otro, la disposición a aceptar compensaciones (DAC) (Oates y Cropper, Ibid). Según sean los derechos de propiedad del consumidor dominará uno u otro mecanismo: si el consumidor tiene mayores derechos de propiedad, está en calidad de exigir compensaciones. Mientras que si carece de ellos, buscará pagar la cantidad mínima para recuperar su nivel de utilidad inicial (o nivel de bienestar antes de la contaminación).

Hagamos más explícito el modo en que operan cada uno de esos mecanismos:

1) Tenemos que $S = S(Q)$ indica el valor de los cambios en la calidad ambiental, donde Q indica el nivel de polución.

2) La función de gasto $e(P, S(Q_0), U_0)$, la cual expresa el gasto mínimo necesario para lograr la mejora de la utilidad U_0 a precios P en una calidad ambiental Q_0 .

En el caso de consumidores con disposición a pagar (DAP), su mayor disposición a pagar por este cambio, equivale a la reducción en el gasto que implicaría lograr su bienestar inicial, antes de la contaminación. Si el gasto mínimo para mantener la utilidad U_0 del individuo es menor a las mejoras, entonces la mayoría de la gente estaría dispuesta a pagar (DAP) para regresar al nivel de utilidad inicial.

$$DAP = e(P, S(Q_0), U_0) - e(P, S(Q_1), U_0)$$

En el caso de consumidores con disposición a aceptar compensaciones (DAA), la cantidad más pequeña que ellos estarían dispuestos a aceptar es la cantidad adicional que ellos deben gastar para lograr su nivel de utilidad original cuando Q declina. Formalmente, la disposición a aceptar la compensación por una reducción en Q , desde Q_1 a Q_0 , está dada por:

$$DAA = e(P, S(Q_0), U_1) - e(P, S(Q_1), U_1)$$

Las dificultades de este tipo de evaluaciones son muy graves. En primer lugar la variable Q podría incluir bienes como agua limpia, aire limpio, salud, los cuales no tienen un precio en el mercado, y por tanto, complica la asignación de un valor. Se ha recurrido a la comparación de estos bienes con la de bienes comerciables, para poder darles un precio a los primeros. Pero a bienes como la salud o el agua, no se les puede asignar un valor de manera convencional, porque son indispensables para la sobrevivencia humana. No son bienes intercambiables, debido a que intercambiar salud por una compensación monetaria, podría significar cambiar la muerte por dinero. Pensemos en alguna actividad industrial que provoca cáncer ¿a cuánto podría ascender la compensación? Algo similar pasa con el agua, pues al ser un líquido esencial para la vida, el valor de no disfrutar de él, no puede ser mensurable.

De esta revisión crítica al método principal de la EA, es relevante rescatar la idea subyacente en ellos, que es: identificar el valor para que el contaminador pague por el daño. Además de lo cuestionable que resulta el método de valoración de bienes que cumplen funciones vitales en la vida humana, está el hecho de que los instrumentos que se aplican para captar las compensaciones por los daños al ambiente, son instrumentos que suponen competencia e información perfecta. Estos instrumentos pueden revestir la forma de impuestos pigouvianos, o de subsidios por unidad, o permisos de emisión a través de mercados, o depósitos de garantía, etc. (Rocabert, Pasqual 2005).

Si no existe competencia perfecta, los impuestos pigouvianos pierden su carácter regulador de la contaminación, pues en dado caso de existencia de monopolios, ocurriría una pérdida de bienestar en el consumidor, porque el monopolista trasladará el costo al consumidor. Ciertamente, ya existen estudios que tratan de dar una solución al impuesto Pigou en un contexto de monopolios. No obstante, persiste la dificultad de que el regulador debe tener la información perfecta sobre el grado de monopolio. Oates y Cropper (Ibid: 684) reconocen lo restrictivo y lo poco realista de las soluciones ambientales basadas en el supuesto de existencia de competencia perfecta y equilibrio en el mercado:

“Este es un supuesto particularmente sospechoso (*el de competencia perfecta*), en tanto que muchos de los mayores contaminadores en el mundo real son empresas grandes en industrias altamente concentradas: refinerías petroleras, compañías químicas y manufactura de automóviles. Aquí aparece el asunto de la rigurosidad de los resultados en presencia de empresas grandes que no son tomadoras de precios en sus mercados de productos” (Ibid: 683)

Esta observación no es para nada despreciable. Al contrario, está apuntando hacia el propio corazón teórico de la economía ambiental. El razonamiento es el siguiente: las soluciones de la economía ambiental dependen (o asumen) que existe competencia perfecta y por ende, que el sistema de precios funciona correctamente. Por eso se ocupa sólo de corregir las distorsiones. Pero si no hay garantía de que los instrumentos teóricos que usa la EA (óptimo de Pareto y teoría de equilibrio general) son consistentes, entonces éste enfoque se encuentra ante serios problemas en sus fundamentos.

1.2 Problemas de los fundamentos de la EA: el óptimo de Pareto y el equilibrio general.

1.2.1 Una crítica ética al criterio de eficiencia del óptimo de Pareto. Eficiencia vs. Bienestar.

En este apartado se trae a discusión el criterio de óptimo de Pareto, para poner a prueba la suposición de la economía ambiental de que en condiciones de eficiencia, es seguro arribar a un mayor bienestar social de los individuos afectados por un problema de contaminación. El razonamiento es el siguiente: si el criterio de Pareto demuestra ser eficiente aunque no equitativo, no es tan claro que logre bienestar social. El cuestionamiento ético se dirigirá al criterio de eficiencia del óptimo de Pareto de la escuela marginalista.

Al hablar de eficiencia en el sentido de Pareto⁷, nos referimos a la asignación de recursos deseada por los agentes (consumidores y productores) que se encuentran en un mercado. Se trata de un mecanismo para conseguir el bienestar material a través de la “elección racional” de los individuos (Andreta, 1996: 141). El concepto de óptimo de Pareto recoge la preocupación por el bienestar al plantear que las transacciones que realicen consumidores y productores deben ser “mutuamente ventajosas” o, de lo contrario, ninguno de los agentes hubiera tenido motivos para realizar voluntariamente una transacción.

El óptimo de Pareto trata de demostrar que, dado que los agentes deciden intercambiar voluntariamente, sería ilógico que no elijan las mejores transacciones posibles o realizables. Ahora llegamos a su definición: “se dice que tales estados realizables son óptimos de Pareto porque no existe otro que le sea estrictamente preferido (..) Así, una distribución de los recursos entre los individuos, es decir un estado realizable, es un óptimo de Pareto si no se puede modificar sin lesionar al menos a uno de ellos” (Guerren, 1998).

El criterio de Pareto, se convirtió en la piedra angular de la economía del bienestar después de los arduos debates de los años treinta entre utilitaristas y economistas ortodoxos duros, quienes no toleraban la idea de incluir comparaciones de utilidad interpersonales y el concepto de cardinalidad. Al final, predominó la posición de la ortodoxia, encabezados por Lionel Robbins (1938). La crítica tuvo como consecuencia algunos cambios sustanciales en el método de la economía del bienestar: depuraron los conceptos inobservables -como el concepto de cardinalidad y las comparaciones interpersonales-, “quedando únicamente las preferencias reveladas a través de las elecciones observadas” (Andreta, Scott 1996: 140). La intención parecía orientarse a elaborar juicios de distribución más precisos.

En cierta forma los cambios se percibían sensatos, sin embargo, el purismo positivista lógico que los guiaba imponía reglas tan estrictas⁸, que hacían desaparecer del análisis eventos de la realidad que no podían recopilarse en datos. Pero ello abre la pregunta siguiente ¿un hecho que no puede ser cuantificado deja de existir en la realidad? La respuesta es no. Por lo tanto, lo que esta faceta de la disciplina reflejaba, era su incapacidad para crear métodos adecuados con los cuales analizar eventos de una manera distinta a la cuantitativa.

Debido a este sesgo positivista, la economía del bienestar vio en el óptimo de Pareto el único criterio de valor aceptable y con ello se funda la llamada “nueva economía del bienestar” que hoy predomina. Esto le dio un fuerte impulso normativo a la ciencia económica, abriéndose tras ella una escuela llamada “elección social”. Así se inauguraba el dominio del criterio de la eficiencia en el sentido de Pareto, basado en la elección individual y se asumió como panacea a

problemas, incluso no estrictamente económicos. El tema de la eficiencia entonces se pone por encima de criterios de justicia, equidad y otros.

Una vez que los economistas del bienestar aceptan el criterio de Pareto como herramienta inequívoca para tratar el bienestar social, vemos necesario verificar las pruebas de que ese óptimo social efectivamente se presenta. Para ello, retomamos los trabajos de Amartya Sen, quien dedicó gran parte de su obra a demostrar que un óptimo social no puede ser tal, si éste mantiene la desigualdad.

El punto de partida consiste en revisar cómo se construye y argumenta la función de bienestar social. Bergson A. (1948) fue quien por vez primera formuló una función de bienestar social y, posteriormente, fue completada por Samuelson (1956). Por eso se le conoce como función de bienestar social Bergson-Samuelson (FBS).

De acuerdo con Bergson, la función representa de la siguiente forma al bienestar social: “el bienestar social puede pensarse como una función de bienestar W valuada en términos reales. El valor comprendido va a depender de todas las variables que se considera que afectan al bienestar” (Bergson, 1948, citado en A. Sen 1970 p. 33). De manera un poco más técnica, Amartya Sen describe la función como “cualquier ordenamiento del conjunto de todos los estados sociales posibles. Si X es el conjunto de estados sociales posibles, entonces una función de bienestar social B-S es un ordenamiento de R —espacio de números reales- definido para todo X .” (Sen A.,1979: 23) Las medidas que se admiten son de tipo ordinal exclusivamente.

Esta función de bienestar respeta desde luego el criterio de eficiencia de Pareto y se basa en la elección racional individual. Scitovsky trabajó en una de las condiciones del bienestar social: la indiferencia en el sentido de Pareto⁹. Es decir, para que una elección sea socialmente eficiente es necesario que: dado un par cualquiera x,y , si todos los individuos creen que x es por lo menos tan bueno como y , y algunos individuos creen que x es estrictamente mejor que y , entonces x es estrictamente preferido a y desde el punto de vista social. Y si todos los individuos son indiferentes entre x e y , entonces también lo es la sociedad. Con base a esta regla, una elección es socialmente aceptada siempre que halla una preferencia estricta de un individuo que coincida con la preferencia del resto, o bien, que la preferencia del resto sea indiferente a la del individuo; o bien, que el individuo sea indiferente. Pero nunca será admitida una preferencia social que implique que la preferencia estricta de un individuo se imponga ante una preferencia social diferente (por ejemplo, una preferencia individual estricta por x , contra una preferencia social estricta por y)

En un ejercicio, Amartya Sen (1979) demuestra que una preferencia individual sí puede imponerse a la preferencia social. Su demostración reporta una evidencia siniestra respecto al criterio de Pareto: el criterio admite óptimos sociales con absoluta desigualdad e injusticia social. El ejercicio consiste en probar el siguiente teorema: “la única relación funcional que satisface las cinco condiciones debe hacer socialmente indiferentes a todos los estados incomparables en el sentido de Pareto” (ver el ejercicio completo en A. Sen 2001: 27,28)

La metodología es la siguiente: presenta la función de bienestar social y compara la preferencia de un individuo contra la del resto, donde el resto se asume como una masa de individuos y no hay comparación interpersonal. El ejercicio descarta todas las relaciones que sugieran juicios distributivos, con la intención de seguir únicamente los lineamientos que establece el criterio de eficiencia. Por ello, se remite a cumplir las cinco condiciones de racionalidad que debería respetar la función (Ibid: 26):

- 1) Preferencia social cuasitransitiva.
- 2) Dominio irrestricto: consiste en admitir cualquier combinación lógicamente posible.
- 3) Independencia de las alternativas irrelevantes: la preferencia social sobre un par x,y depende solo de las preferencias individuales sobre el par x,y .
- 4) Regla de Pareto: para cualquier par x,y , si todos los individuos creen que x es por lo menos tan bueno como y , y algunos individuos creen que x es estrictamente mejor que y , entonces x es estrictamente preferido a y desde el punto de vista social; y si todos los individuos son indiferentes entre x e y , entonces también lo es la sociedad.
- 5) Condición de anonimato: significa que una permutación de ordenamientos individuales entre los individuos mantiene sin cambio la preferencia social.

Pero estas condiciones parecen no cumplirse simultáneamente, como es requerido. En el proceso, la condición de cuasitransitividad permite que la preferencia de un individuo se imponga sobre la de toda la sociedad. En conclusión, Sen afirma al respecto que “el problema real reside en la concepción misma de una función de bienestar social, la que hace depender la preferencia social sólo de los ordenamientos individuales, sin hacer valuaciones de las intensidades de la preferencia ni comparaciones del bienestar entre personas” (Ibid: 28).

Por otro lado, la generalidad de la función descrita por su mismo autor como relaciones “específicas sobre fines” (Bergson, 1948 p. 417), ensombrece aspectos relevantes señalados por Sen, por ejemplo “nada se dice en este análisis sobre quien proporciona los fines representados

en la Función Bergson-Samuelson. Ésta puede representar las visiones de un observador ético, o las decisiones de una mayoría consistente, o los dictados de una oligarquía, o los caprichos de un dictador, o los valores de una clase, o incluso ser dados simplemente por la tradición. Nada se especifica respecto a la génesis del ordenamiento social.” (Sen, 1970: 34)

El corolario de la crítica de Amartya Sen, enseña que la racionalidad de la elección y la transacción voluntaria entre los individuos, son elementos insuficientes para conseguir el bienestar social. Con el mecanismo de Pareto, las transacciones pueden perpetuarse en la desigualdad, ¿podría la desigualdad ser parte del bienestar social? Al parecer se trataría más bien de conceptos antagónicos. Por tanto, no deberíamos aceptar el criterio de eficiencia en el sentido de Pareto como la única y la mejor medida del bienestar social. Varian, un seguidor de esta economía paretiana afirma la condición de desigualdad que puede privar en el concepto de Pareto, anteponiendo un ejemplo: suponiendo el modelo sencillo de dos individuos que intercambian (individuos A y B), puede ser que “aunque la persona A poseyera todo, continuaría poseyéndolo todo después de comerciar. Eso sería eficiente, pero probablemente no muy justo”. (Varian, 1999: 538).

En este sentido, los lineamientos de eficiencia podrían conducir a “situaciones que incluyan estados catastróficos, como el esclavismo o el hambre de la gran mayoría, dadas las preferencias de unos cuantos” (Scott Andreta, Ibid: 138) La evidencia aportada por Amartya Sen y las tímidas aceptaciones de economistas del *mainstream* de las implicaciones sociales del criterio de Pareto, como medida del bienestar social, justificarían ampliamente un nuevo debate sobre la responsabilidad ética de aplicar medidas con base a este concepto analítico.

En la economía ambiental se busca arribar a estados de bienestar social y para ello se utiliza el criterio de Pareto. Pero como ya se vio, la eficiencia no es condición suficiente para el bienestar social. De ese modo, la aplicación de este instrumento analítico no garantiza el bienestar en términos de distribución equitativa en la sociedad. Por eso, deberíamos ser mucho más cautelosos al emplear el criterio de eficiencia en el sentido de Pareto, en los nuevos problemas que van apareciendo en la sociedad, en este caso el problema de la degradación ambiental.

1.2.2 El equilibrio general: un tema pendiente de la teoría. Crítica al supuesto de estabilidad.

En un principio, señalamos que la Economía Ambiental (EA) descansa en la teoría neoclásica, la cual sustenta la existencia de un equilibrio general en los precios de la economía. La disciplina económica ambiental considera los desequilibrios en la economía como un caso particular del “fracaso del mercado”. Así, los problemas de polución son un fracaso de mercado, un desequilibrio que debe corregirse. Según David Pearce, “esto significa que el ambiente tiende a no ser usado en una forma óptima: no se hace el mejor uso de sus funciones” (Pearce, 1985: 11).

En el apartado anterior, dedujimos que la herramienta analítica utilizada por la EA – el óptimo de Pareto-, contiene fuertes contradicciones éticas. Por lo tanto, la aplicación de ese instrumento analítico podría sugerir medidas de política que conduzcan a la eficiencia, pero sin garantía de que sean socialmente justas. Y un “estado de bienestar”, sin justicia, es cuestionable en sí mismo. Posiblemente este argumento no exhiba de manera contundente la fragilidad de los basamentos de la economía ambiental. Por eso, nos impondremos una tarea mayor: supondremos que el criterio de Pareto en sí mismo no tiene problemas y la pregunta relevante ahora es ¿cuándo se cumple tal criterio? La respuesta intuitiva es: cuando se demuestra la existencia de equilibrio en la economía. De esa manera, para que el criterio de Pareto sea consistente, debe demostrarse la existencia de equilibrio. Y al respecto, también existen dudas nada despreciables. A continuación trataremos este asunto, con base a los trabajos de connotados economistas del *mainstream*.

De manera sucinta, el equilibrio consiste en vaciar los mercados (no excedentes de oferta ni de demanda) con ayuda de un vector de precios. Las relaciones entre equilibrio y óptimo de Pareto están formalmente especificadas en los dos teoremas del bienestar:

Primer teorema, *todo equilibrio competitivo es un óptimo de Pareto*. Por lo tanto, podemos interpretar que una economía competitiva es el mejor ambiente para que el agente pueda elegir “lo mejor” para él sin afectar a otro (criterio de Pareto). Por eso es que la competencia perfecta es tan fundamental para los neoclásicos.

Segundo teorema, es en cierta manera, el recíproco del primero, porque afirma que *a todo óptimo de Pareto se puede asociar un sistema de precios tal que exista a tales precios, un equilibrio competitivo*. De este teorema se concluye que si un estado realizable no es un equilibrio competitivo, entonces no es óptimo según el criterio de Pareto.

En estos dos teoremas, el equilibrio y el óptimo de Pareto están mediados por un sistema de precios. Por eso, el tema de los precios de equilibrio constituye el pilar central que sostiene el edificio de la teoría del equilibrio general. En la literatura de economía neoclásica, se intenta demostrar el equilibrio general mediante los supuestos de estabilidad y existencia de equilibrio. Manteniendo nuestra línea crítica hacia la teoría neoclásica, consideramos suficiente discutir uno de esos supuestos: el de estabilidad.

Una demostración de estabilidad, debe explicitar el proceso de ajuste de los precios que garantizan que la economía transitará hacia un estado de equilibrio. Si este supuesto no se cumple, no puede validarse la hipótesis de que la economía se encuentra en equilibrio, y, por tanto, la teoría económica está parada sobre terreno fangoso.

Ahora recuperaremos los últimos debates que se dieron en torno a ese tema. Las referencias indican que fue en los años ochenta cuando se vertieron las últimas críticas a los modelos de estabilidad, sin que éstas recibieran una respuesta satisfactoria. Desafortunadamente para la teoría económica de mercado, la discusión se cerró ahí. Desafortunado porque la evasión a estas críticas, aparece como un mecanismo de respiración artificial impuesto a la teoría, después de un daño irremediable en su corazón.

La literatura neoclásica presenta dos tipos de modelos de estabilidad, uno llamado “proceso de tanteo” y el otro asociado a procesos de “no tanteo”. La gran fuente de críticas a estos modelos se debe a su falta de explicaciones sobre el estado previo al equilibrio, es decir, el desequilibrio. El estado del arte de esta temática, aún se encuentra en las suposiciones de John Hicks (1939) sobre estabilidad “perfecta”, en las cuales se inspiró Samuelson (Ibid: 192) y que más adelante exponemos.

Fisher nos advierte así, de la precariedad de las investigaciones en torno al paso del desequilibrio al equilibrio en el marco de la economía neoclásica. Un programa de estudio del desequilibrio hubiese despejado muchas dudas y arrancado el matiz mágico y automático del proceso de ajuste. El análisis del desequilibrio es central en tanto que nunca estamos completamente seguros de que las economías se encuentran siempre en equilibrio. Desequilibrio “no es explosión, sino, en cambio, falta de una tendencia para converger a un equilibrio particular (.) Aunque no es inmediatamente obvio que todo lo que está sucediendo sea convergencia al nuevo equilibrio; todavía menos obvio es que tal convergencia es instantánea o tan rápida que el comportamiento

del transitorio desequilibrio del sistema que responde a tales perturbaciones no sea importante.” (Fisher, 1983: 4).

Hemos rastreado el destino que han tenido estos modelos de estabilidad, con base a tres artículos de Franklyn Fisher y uno de Frank Hahn. En ellos encontramos una síntesis de los desarrollos más importantes de esta discusión. Elegimos estos trabajos porque presentan de manera clara las características más sobresalientes de cada modelo y las fallas aparentemente irremediables que poseen. El lector interesado en la formalización de cada uno de los modelos y de su crítica, podrá remitirse a la bibliografía que aquí citamos.

Modelos de Tanteo

El modelo de tanteo¹⁰ desarrollado por Paul Samuelson para explicar dinámicamente el desequilibrio, supuso que: fuera del equilibrio, los precios se ajustaban en el sentido indicado por las demandas excedentes de los bienes correspondientes, lo que puede expresarse de la siguiente forma¹¹:

$$p_i = H^i [Z_i(p)] \quad (i = 1, \dots, n) \quad (1)$$

n = número de mercancías marcadas por i

$Z(p)$ = demanda neta de la mercancía i cuando p es el vector de los precios

$H^i(\cdot)$ = funciones continuas y conservan el signo de las funciones Z .

p = diferencial de las variables señaladas con respecto al tiempo dp/dt

La hipótesis de estos modelos de tanteo es que los precios se ajustan solos fuera del equilibrio, mientras los agentes reconstruyen permanentemente, en lugar de intercambiar¹² (consumo y producción están excluidos) (Fisher, 1996: 192) La idea que subyace en la hipótesis, consiste en que fuera del equilibrio existen curvas de demanda decrecientes que se ajustan mediante los precios.

Lamentablemente, desde las décadas de los cuarenta a los sesenta, no ha habido respuesta convincente a la pregunta elemental sobre ¿cómo se da el ajuste de precios? La pregunta sale a la luz, una vez que se describe a la ecuación (1) como una función de demanda excedente agregada y decreciente en el tiempo, lo cual implica que cuando existe demanda excedente no hay precios de equilibrio. Se supone que el cambio en los precios extinguirá la demanda excedente. Intuimos por tanto que (1) recoge la información de los cambios sucesivos en las demandas de los agentes hasta que la demanda iguale a la oferta. Pero entonces, ¿quién recoge esta información? Los

resultados de las investigaciones de Franklyn Fisher y Frank Hahn alrededor de este tema, son bastante pesimistas para la teoría del equilibrio general.

Dado que la respuesta común y poco rigurosa es que (1) representa a un subastador walrasiano¹³, Frank Hahn en un artículo de 1987, revisa las implicaciones formales de introducir a este personaje en la teoría. Primero, nos describe al subastador como un agente a quien los accionistas (información de demanda) reportan sus deseos de transacciones. Y, por su parte, las empresas (información de oferta) les reportan sus deseos de actividades. Dados estos reportes, el subastador deduce los precios: anuncia un vector de precios y los agentes le regresan mensajes que le permitirán calcular el nuevo precio de la economía. Esta es la llamada regla del subastador (Hahn, 1987: 63)

Podemos ver entonces, que el subastador conoce la información de oferta y demanda, pero no conoce el nuevo precio de la economía. Su papel precisamente consiste en encontrarlo. Para ello, debe hacer un trabajo de cálculo, de programador. Sin embargo, sus requerimientos para llevarlo a cabo, le exigen tener la información completa de las demandas y las ofertas de todos los mercados. Una solución a este problema fue planteado por el mismo Walras y “propone que el subastador se concentre en un mercado en un momento y sólo cambia un precio. Supóngase que cambia el precio i -ésimo. Entonces, dados todos los demás constantes, el mercado i -ésimo está en equilibrio (Él asume que siempre hay tal precio y que es único)” (Ibid), Pero Hahn nos dice que en esos términos el proceso nunca terminará en equilibrio.

Para reforzar la idea de que el equilibrio era posible, tal como lo planteaba Walras, se aplicó el método de Newton. Sin embargo, implicaba un esfuerzo de cálculo altamente sofisticado, como el de una computadora. La tarea del subastador se volvía cada vez más complicada y hacía a un lado el hecho de que el exceso de demanda de un mercado depende del exceso de demanda de todos los mercados (Ibid: 64). Pero más importante que el problema del cálculo, es la presencia del subastador. Su introducción en sí mismo viola el importante supuesto de información descentralizada, tan firmemente defendido por la teoría.

Las consecuencias del subastador, tienen aún mayores alcances. De la ecuación (1) de Samuelson, se deduce que existe un proceso en el cual tienen lugar cambios de demanda y precios. No está especificado cuánto dura el proceso, se supone que el necesario, es decir se admite $t \rightarrow \infty$. De ahí trasciende que durante ese proceso existen demandantes que ven frustrados sus deseos de compra durante un tiempo no especificado. Además, como se dijo arriba, los

ajustes en el precio se hacen mediante recontractos (los recontractos, son intercambios que se dan entre las mismas personas e incluso de las mismas cosas). De modo tal, también queda en penumbras la explicación de lo que ocurre durante ese tiempo en la esfera de la producción, ¿cuánto tiempo los productores están dispuestos a esperar el momento del equilibrio en la esfera del intercambio?

Por otro lado, los cambios en los precios los están generando los propios agentes con la información de demanda y oferta que proporcionan. Eso significa que sí ejercen influencia en la determinación de los precios de la economía. Claramente este hecho contraviene el principio de competencia perfecta, el cual postula que ninguno de los agentes puede ejercer mayor presión que algún otro agente, sobre la formación de los precios. Además, la función de demanda excedente exige que para llegar al equilibrio, el precio aumente (único mecanismo que permite la teoría para reducir la demanda). Pero es bastante ilógico que los consumidores estén dispuestos a pagar precios más altos todo el tiempo si su propósito único es el de realizar sus planes de consumo y no que la economía tenga precios de equilibrio. En palabras de Hahn “(..) significa que cualquier empresa que aumente un poco su precio del bien i , no perderá todos sus clientes, como es lo usual en competencia perfecta” (Ibid: 65). Tal como nos invita a pensar Fisher (1983: 21) sería interesante saber qué pasa con la estructura del mercado ante este proceso de ajuste.

En resumen, el subastador intenta cubrir lagunas lógicas de la teoría, pero en su lugar, sacrifica la comprensión cabal de cómo se forman los precios. Además, evita una explicación de cómo los agentes racionales reaccionan durante el proceso de ajuste de precios, por tanto: “Las reglas de precios del subastador no se derivan de ninguna consideración de las acciones de agentes racionales sobre las cuales se supone que reposa la teoría. Así, la noción de equilibrio se vuelve arbitraria e infundada” (Hahn, 1987: 66)

El razonamiento de Samuelson sobre estabilidad, pone en entredicho de manera contundente, el requerimiento estricto de no coordinación entre los agentes dentro del proceso de ajuste. Sin embargo, el subastador, es en realidad un personaje coordinador. La conclusión de Hahn al respecto es aplaudidora:

“el subastador ficticio asegura que ninguno de estos asuntos se estudió o comprendió. El uso de esta ficción anima la visión de que toda mejora en sentido de Pareto, se da en una economía competitiva. Esta visión, sin embargo, carece de cualquier fundamento que no sea el de el subastador en sí mismo” (Ibid: 66)

No obstante las debilidades del modelo de tanteo planteado por Samuelson, prosiguió la defensa sobre la estabilidad. En los cuarenta y cincuenta, los trabajos sobre estabilidad se concentraron en saber si la ecuación (1) era localmente estable. Samuelson (1941, 1947) y Metzler (1945)¹⁴ se ocuparon de llevar a cabo esa tarea. Para tal efecto, se apoyaron en el segundo método de Lyapounov. La nueva complicación consistió en que esta solución requería un supuesto muy restrictivo: la sustituibilidad bruta entre todos los bienes. Fisher (1996) quien explica detalladamente este método, nos dice que pese a la crítica irremediable que recibió esta solución por parte de Frank Hanh (1958) y Negishi (1958), la irrupción de una aparente demostración de estabilidad local por Arrow, Block y Hurwicz (1959), ensombreció la crítica (Fisher, 1996: 196).

Lo que hicieron Arrow, Block y Hurwicz (1959) fue aplicar el segundo método de Lyapounov que al mismo tiempo necesitaba del supuesto de sustituibilidad bruta. “Desafortunadamente - señala Fisher- esa restricción, así como las demás, representaba un caso particular de la hipótesis según la cual el axioma débil de las preferencias reveladas se aplica a las funciones de demanda de mercado, lo que representa una restricción realmente fuerte” (Ibid: 197). Arrow, *et al* concluían que habría convergencia al equilibrio siempre que se tuvieran los supuestos de la sustitución bruta y el de axioma de preferencias reveladas. Entendemos pues, que el celebrado progreso de Arrow *et al*, era bastante frágil por sus altas exigencias.

Posteriormente se publica un trabajo de Scarf (1960), en el que el autor ponía más leña a la hoguera que se había encendido en torno a las demostraciones de estabilidad. Scarf hizo el ejercicio de poner el contraejemplo de una economía de intercambio, que, como relata Fisher, no tiene comportamientos patológicos en los consumidores y en la que el sistema (1) no es estable.¹⁵ La importancia del trabajo de Scarf es que mostraba que el tanteo generalmente no conducía a la estabilidad: “esto significa que la demasiado fácil proposición según la cual todo desequilibrio puede ser suprimido por un ajuste lo suficientemente rápido de los precios, generalmente es falsa (lo que por supuesto no excluye que en ciertas circunstancias particulares pueda ser verdadera)” (Fisher, Ibid: 198)

Como última opción para salvar el modelo de tanteo, se planteó un modelo de intercambio puro, en el que los precios y las asignaciones de equilibrio dependen de las dotaciones. Con intercambios fuera del equilibrio, esas dotaciones cambian. El problema fue que “si el proceso de intercambio es globalmente estable, el equilibrio finalmente alcanzado no será generalmente uno de los que correspondían a las dotaciones iniciales, en el sentido estático de la correspondencia walrasiana. El equilibrio en cuestión dependerá más bien del camino seguido, es decir de la

dinámica del proceso creado por el desequilibrio.” (Ibid: 198) El intento de Scarf (1973) de calcular los puntos de equilibrio general, se complicaba porque los equilibrios calculados deberían estar asociados a los datos iniciales, y, a la luz de los eventos dentro del intercambio puro, estos datos cambian y entonces, la estática comparativa de Scarf se tornaba engañosa.

Para concluir sobre el destino de los modelos de tanteo para la estabilidad, retomamos las palabras de Fisher:

“El fracaso del tanteo significa que no podemos salirnos de él suponiendo que los efectos del ajuste por las cantidades son desdeñables con relación a los efectos del ajuste por los precios. Lo discutible del proyecto, es que incorporar un ajuste anónimo de los precios en un modelo de equilibrio, nos conduce a un estancamiento” (Ibid: 199)

Modelos de no tanteo

El decepcionante resultado de los modelos de tanteo condujo a elaborar nuevos métodos para probar la estabilidad. Los modelos de no tanteo, o procesos de intercambio fueron una alternativa, sin embargo no muy exitosa tampoco. Pero al menos, comparados con los de tanteo aparentaban ser más sencillos.

Existen dos modelos dentro de esta categorización: los “procesos de regateo a la Edgeworth” y los “procesos a la Hahn”. Los primeros parten de una hipótesis muy sencilla que dice: “el intercambio tiene lugar, si y sólo si, existe un grupo de gente, quienes pueden mejorar a través del comercio, manteniendo los precios constantes” (Fisher, 1983: 29). Lo anterior implica que “una vez efectuados los intercambios y consumida una parte del conjunto de bienes, la utilidad obtenida por cada agente debe necesariamente, para que el grupo haya procedido a las transacciones, ser no decreciente y estrictamente creciente, de suerte que la suma (o cualquier función monótona) de esas utilidades debe ser no decreciente y estrictamente creciente fuera del equilibrio” (Fisher, 1996: 202).

Los problemas de este método relucen inmediatamente. Fisher (1983, 1987 y 1996) nos habla de tres problemas principales: En primer lugar, es difícil afirmar que las personas intercambian sólo si reciben un beneficio mutuo en la primera transacción. En un mundo con un gran número de individuos, es muy probable que sólo después de algunas transacciones un individuo satisfaga sus deseos. De lo contrario, los requerimientos de información serían muy fuertes. En segundo

lugar, dado que los individuos intercambian con la condición de obtener una utilidad, este supuesto es contradictorio con aquél que consiste en mantener los precios constantes. Ningún agente racional (maximizador de utilidad) estaría dispuesto a seguir intercambiando a precios constantes. En tercer lugar, un agente no siempre intercambia para recibir una utilidad directa. El arbitraje –el cual es posible durante el no tanteo-, es una forma de obtener una utilidad indirecta, con lo cual los agentes pueden especular.

Como se ve, el intercambio a la Edgewroth abrió nuevos conflictos de difícil salida. El siguiente desarrollo en la literatura de los procesos de no tanteo, fue el “proceso a la Hahn” elaborado por Hahn y Negishi (1962). Su supuesto básico dice que “después del intercambio, puede haber demandantes insatisfechos de una mercancía en particular, por decir, de manzanas, o puede haber oferentes de esta mercancía, pero si los mercados están perfectamente organizados no existirán los dos” (Fisher, 1987: 39) Así, se asume que el demandante insatisfecho encontrará al que tenga oferta excedente de esta mercancía, debido a la perfecta organización de los mercados. En los procesos a la Hahn las utilidades esperadas decrecen en el desequilibrio, es decir, aquellas que se espera obtener al efectuar las transacciones a los precios corrientes. En efecto, fuera del equilibrio esas utilidades no son compatibles: los agentes en su conjunto esperan más de lo que se les puede dar (Fisher, 1996: 206)

Sin embargo, estas proposiciones del proceso a la Hahn se topan con la posibilidad de que no pueda realizarse el intercambio debido a que el demandante interesado por la mercancía A –por llamarla de algún modo-, no tenga algo del interés del agente que posee el bien A. Entonces ¿cuál podría ser el incentivo del oferente que tiene la mercancía A para entregarla a quien la demanda? El primero en observar este problema fue Robert Clower en 1965, citado en Fisher (Ibid: 207)¹⁶. El problema exigió que se introdujera el dinero en el modelo -antes de introducirlo, el modelo era de trueque-. Y las cosas fueron aún más difíciles.

Arrow y Hahn (1971) fueron quienes introdujeron el dinero en el modelo. Con el supuesto de que cada agente afecta o modifica sus cantidades de dinero disponible exclusivamente para la compra de bienes, estos autores consideraban que eliminaban los problemas de introducir el dinero. El dinero debía funcionar exclusivamente como medio de cambio. Como se ve, el paquete de reglas que deben cumplirse para que funcione el modelo, se engrosaba. Tuvo que especificarse además dos tipos de demandas, una, *las demandas excedentes “objetivo”* - que son las demandas excedentes que se obtendrían sin una restricción monetaria- y *las demandas excedentes “activas”* –que son las demandas excedentes que están expresadas por una oferta actual de compra o venta, oferta de compra que requiere dinero a cambio- Con estas

especificaciones, tenemos que un individuo solo usa su dinero para satisfacer únicamente sus *demandas excedentes objetivo* (ver Fisher, 1983: 34)

Pero a este nivel se requerían ya más consideraciones, por ejemplo, que los agentes nunca compren más de lo que necesitan; que siempre hagan una oferta positiva en contrapartida de cualquier demanda que expresan y nunca carezcan de liquidez. Entonces solo “si se admite la hipótesis según la cual los agentes tienen siempre liquidez, entonces fácilmente se obtiene la demostración de estabilidad de un proceso *a la Hahn*” (Fisher, *Ibid*, 210).

El primer problema de introducir el dinero es que éste no es una mercancía sino un medio de cambio y, por tanto, produce efectos singulares en la economía. Su utilidad es que con ella se puede obtener cualquier mercancía, sin necesidad de que el demandante tenga algo que exactamente desea el oferente y por tanto se vuelve una “mercancía especial” y es muy probable que los agentes que la poseen no deseen deshacerse de ella en el equilibrio. Las empresas son un caso típico de agentes que podrían desear mantener dinero en lugar de alguna de las mercancías que producen, pues la manera que ellas calculan sus beneficios no es en función de la mercancía que producen en sí misma, sino en dinero, el medio de intercambio común. La introducción del dinero resultaba lógica, pero no se explicaba la proposición que se requería respecto a que en el equilibrio, los agentes no deseaban ya mantener el dinero.

Arrow y Hahn, suponían que una vez que se alcanza el equilibrio, las oportunidades de transacciones terminan y dado que el dinero sirve sólo para cubrir demandas insatisfechas (que desaparecen en el equilibrio), entonces la necesidad de la “mercancía” de intercambio común también desaparece. La idea subyacente es que los individuos antes del equilibrio, realizan las transacciones pensando que se encuentran en equilibrio, es decir, piensan que será la última transacción que pueden realizar. De no ser así, no habría motivos para deshacerse del dinero. Como se ve, el modelo no resiste la pregunta ¿cómo podríamos justificar que los agentes no planeen quedarse con el dinero incluso en el equilibrio?

Lo anterior no hace sino revelar la trampa del modelo: tratar de solucionar una situación de desequilibrio con supuestos que sólo operan en el equilibrio. En resumen, los modelos de no tanteo aquí revisados, aunque más sofisticado que los de tanteo, tiene al igual que éstos el defecto de trabajar con supuestos inocuos en una situación de desequilibrio, por ejemplo: suponer que los agentes desearán hacer transacciones a precios constantes lo cual rompe con el supuesto de agentes racionales; y por otro lado, que toda transacción se hace para recibir beneficios mutuos en un mundo donde hay muchas mercancías y muchos individuos.

Con todo lo anterior, podemos afirmar que una explicación rigurosa y convincente de lo que pasa antes del equilibrio, nos haría confiar en la teoría del equilibrio general o de mercado.

Desafortunadamente la literatura afin a esta teoría no lo proporciona y, más bien, encontramos que los intentos más relevantes en torno al tema, caen a menudo en una burda trampa tautológica que supone que la economía está en equilibrio porque no puede estar en desequilibrio.

Para efectos de nuestra investigación, creímos pertinente resaltar esta importante controversia sobre el tema del equilibrio en la teoría estándar, ya que la EA, supone que luego de corregir la falla en el mercado, el sistema de precios funcionará en equilibrio. De modo que si ese equilibrio no existe, entonces las propuestas de la EA pierden sentido.

1.3. La estructura de flujo circular de la teoría de la EA vs. la irreversibilidad del deterioro ecológico.

El tipo de análisis que se presenta en este apartado, hace a un lado el cuestionamiento a la consistencia de los fundamentos teóricos de la EA. Aquí veremos que aún suponiendo que la teoría en la que descansa la EA funciona correctamente, persisten importantes dificultades para tratar de manera completa la relación economía-naturaleza. Por un tratamiento “completo” se entiende que sea un enfoque capaz de asimilar en su análisis la dimensión física de la producción. Además, que sea un enfoque con herramientas útiles para tratar las implicaciones de la producción en la dinámica de los sistemas naturales.

La teoría de las externalidades ambientales está auto-limitada para comprender la dimensión física porque reposa en una lógica de flujo circular, que representa al sistema económico como

un sistema aislado del sistema de los recursos naturales. Con el esquema de flujo circular, la teoría económica estándar pretende representar de manera abstracta el proceso productivo. Se trata de un circuito cerrado donde fluyen los insumos y productos de las entidades familiares a las empresas y de las empresas a las entidades familiares: todo lo que es insumo se convierte totalmente en producto, (o en un bien de consumo) y los productos vuelven a ser insumos, y así *ad infinitum* (Daly, 1995). En tal esquema no se expresa una relación clara con el sistema natural, de donde son extraídos los insumos de la producción y que además, funciona como receptáculo de los desperdicios generados en el proceso productivo.

Este esquema tiene sentido si sólo se trata de representar intercambios monetarios entre las entidades. Pero en sentido estricto, la dimensión física de la producción, no puede subordinarse a esta interpretación lógica. Si así se hiciera, se subestimaría el hecho de que los procesos de transformación material son irreversibles y que no hay un reciclaje completo de los materiales empleados en la producción (Daly 1991, 1995).

Basada en una representación circular, la degradación ecológica como la pérdida de biodiversidad, la desertificación, el cambio climático, se asumirían como procesos reversibles. Para la economía ambiental, estos fenómenos ecológicos, pueden remediarse con la aplicación de tecnología. En su razonamiento, la tecnología consigue el 100% de eficiencia de la producción. Eficiencia en el sentido de que todo desperdicio se recicla. En la realidad, los procesos de transformación de materia física, entre los cuales se cuenta el de producción de bienes, está gobernado por leyes termodinámicas que asientan la existencia de pérdida de materia y energía en cada proceso de transformación. La primera de estas leyes nos habla de que la tierra es un sistema cerrado, es decir, no entra ni sale materia y energía. El enunciado “la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma”, describiría familiarmente a esta primera ley. La segunda ley, llamada ley de la entropía, básicamente indica que en toda transformación de la materia y la energía existe un desperdicio, por lo cual no se podría obtener la misma cantidad de energía y materia al final del proceso de transformación.

La estructura de flujo circular de la teoría, no resistiría la incorporación de estas leyes a su análisis porque contradicen el carácter reversible de su lógica. Si éstas se introdujeran, la economía dejaría de ser un sistema autoregulado, y pasaría a considerarse como un subsistema de los recursos naturales.

Una de las implicaciones más fuertes del constructo lógico del flujo circular es que hace suponer que no hay una escasez absoluta de recursos naturales. De ahí se explica por qué la economía

ambiental no se ocupa de una escasez física, sino de la escasez relativa. Esta interpretación conduce a tratar el problema ambiental como un problema de asignación óptima de los recursos naturales. Sin embargo, dado que el volumen físico de recursos es finito, en la realidad no basta con asignarlos correctamente. Es necesario reconocer la capacidad de carga de los ecosistemas. Daly (1991) ilustra esta idea haciendo la analogía con la capacidad de carga de un barco:

“(..) Una vez que la mejor asignación del peso (en un barco) ha sido determinada, permanece la cuestión sobre la cantidad absoluta de peso que el barco puede cargar, aún cuando esté óptimamente asignada. Este tamaño absoluto óptimo es reconocido en la institución marítima como la “Línea Plimsoll”. Cuando la marca de agua toca la Línea Plimsoll, el bote está lleno, ha alcanzado su capacidad de carga segura (..) Eventualmente, en tanto la carga absoluta se incrementa, la marca de agua alcanzará la línea Plimsoll, aún para un barco que está óptimamente asignado (..) (Ibid: 257)

Desde este punto de vista, la asignación óptima sería sólo una parte de la solución del problema ambiental. Eso suponiendo que el sistema de precios funciona correctamente. La otra parte, relacionada con la escasez absoluta, debe identificarse como el problema de ajustar el tamaño del sistema económico a la capacidad de carga de los ecosistemas. Al parecer, éste es un asunto que no puede resolver el sistema de precios. Los precios de mercado pueden medir la escasez de un recurso particular con relación a los otros. Pero no miden la escasez absoluta de recursos en general de baja entropía ambiental.

Como consecuencia de lo anterior, se deduce que la economía ambiental al centrarse únicamente en la corrección del sistema de precios (internalización de las externalidades ambientales), es incapaz de abarcar el tema de capacidad de carga. La intuición es que se necesita un marco teórico que contemple los límites biofísicos y capacidad de carga de los ecosistemas, considerando tres condiciones interrelacionadas: la finitud, la entropía y las interdependencias ecológicas.

Conclusiones

1. La teoría de las externalidades de la economía ambiental (EA) reduce su problema de estudio a mercados ineficientes. Dicho en otras palabras, a fallos del mercado. En particular, la ineficiencia en el mercado de bienes ambientales, según este enfoque, responde a dos hechos: 1) los recursos naturales son bienes públicos y 2) el causante de daños ambientales no paga por ellos y entonces es capaz de seguir causándolos hasta que

la utilidad de esas acciones se reduzcan a cero. Partiendo de éstas dos premisas asumidas por la EA, la solución consiste en internalizar los costos ambientales. Es decir, se asigna un precio a esos bienes para que éste refleje los costos marginales socialmente óptimos. Una vez que los precios son los correctos, de acuerdo con este marco de trabajo, el problema está solucionado.

2. En este capítulo se identificó que los basamentos teóricos de la EA se encuentran en la economía del bienestar y la teoría del equilibrio general (neoclásica), ya que se centra en la corrección de los precios. De tal forma, el rigor teórico de la EA, sería en realidad el rigor de la teoría del equilibrio general (TEG) y el criterio de eficiencia en sentido de Pareto. Aquí se discutió el supuesto de estabilidad del equilibrio y se concluyó que hay importantes pruebas sobre su no validez. Las implicaciones de lo anterior para la EA, pueden ser devastadoras, pues tanto la teoría de las externalidades y la economía del bienestar, se montan sobre la TEG y suponen que es infranqueable. De modo que si no se logra demostrar que la TEG funciona, sobreviene una gran desconfianza sobre la efectividad de la EA. Por otro lado, se pudo reconocer que la eficiencia que se logra con el criterio del óptimo de Pareto, no necesariamente conduce a estados de bienestar. Por tanto, las soluciones de la EA basadas en este criterio, podrían dar lugar a asignaciones de recursos eficientes pero no de bienestar.
3. En el punto 1.3, ubicamos un problema más del enfoque de la EA. Éste emerge de su incompreensión de la interdependencia de la economía y la naturaleza, en términos de la escasez absoluta, la ley de la entropía y la irreversibilidad de los procesos biofísicos. En la sección quedó asentado que cada vez se descubren hechos de gran relevancia que la teoría de las externalidades ambientales omite. Desafortunadamente para esta teoría, dichas lagunas no se pueden cubrir presentando una versión más refinada de la teoría. Se requiere un nuevo enfoque económico capaz de asimilar en su análisis la finitud física, no relativa de los recursos naturales, y de reconocer que el sistema económico es un subsistema de los recursos naturales.

¹ Bator llama actividad a la producción y el consumo.

² En “The Anatomy of Market Failure” Francis Bator (1958), explica teóricamente la presencia de externalidades por la correspondencia forzada entre la eficiencia paretiana y el desempeño del mercado en el cual se basa el teorema central del bienestar. La correspondencia, según el teorema se logra con el cálculo de una función de bienestar basada en las preferencias, la tecnología y las dotaciones dadas. Todas esas variables son aisladas del marco institucional y las fuerzas de competencia en el mercado, por lo cual Bator considera que se cae en el reduccionismo de un cálculo electrónico. En la realidad, nos dice, “la correspondencia es violada debido a la presencia de información imperfecta, inercia y resistencia al cambio, la no factibilidad de disminuir costos de impuestos, el deseo de los hombres de negocio por una <gran vida>, expectativas inciertas e inconsistentes, la impredecibilidad de la demanda, etc” (Bator, 1958: 352).

[3](#) Pigou, Arthur, “Producto marginal social y producto neto marginal privado: definiciones” en Aguilera, Federico y Alcántara, *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Icaria. Barcelona, 1994. Traducción. Tomado del documento original: Pigou, A.C., (1920) *The economics of the Welfare*. London: MacMillan.

[4](#) La definición clásica de bienes públicos la formuló Samuelson (1954) en su artículo “Review of Economics and Statistics”, y es la siguiente: el consumo de tales bienes (bienes públicos) por cada individuo, no restringe su consumo a algún otro individuo”. Citado en Francis Bator, 1958, p.369

[5](#) Las TMS de los dos agentes deben ser iguales, cualquier punto fuera de la curva de contrato está fuera del óptimo, un óptimo es una intersección entre las curvas de indiferencia de ambos agentes tangente a la curva de contrato. (Pearce, Ibid: 23)

[6](#) Nos basaremos en el texto de Cropper y Oates (1992) para exponer los métodos de definición del valor del cambio en la calidad ambiental.

[7](#) Vilfredo Pareto (1848-1923), fue un economista italiano. Estudió en Turín y fue profesor de economía en Lausana, Suiza. Seguidor de Pantaleón y Walras. Definió el concepto conocido ahora como "óptimo de Pareto". Al estudiar la distribución de la riqueza y las rentas estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad. En este trabajo, tomaremos como referencia lo que los economistas marginalistas dicen de Pareto.

[8](#) Por ejemplo, la regla estricta de que las preferencias sólo se pueden formar mediante elecciones observadas de los agentes.

[9](#) Scitovsky estuvo ocupado en el problema de las curvas de indiferencia social y tal como expresa Sen (1970), Scitovsky “requirió dos canastas alternativas de mercancías que fueran parte de la misma curva de indiferencia si y solo si cada individuo fuera indiferente entre las dos canastas para alguna distribución sobre cada uno de los individuos” (Ibid: 33)

[10](#) Walras fue quien introdujo la idea de un tanteo para proveer una contabilidad teórica de la formación de precios de equilibrio. (Hanh, Frank, 1987: 62).

[11](#) Esta es la única forma que Samuelson admitía como mecanismo de ajuste fuera del equilibrio, (Fisher, Ibid)

[12](#) La diferencia entre un recontrato y un intercambio, es que el primero significa que se intercambia el mismo bien varias veces, lo que cambia son los términos del intercambio, o sea, los precios. Mientras que en un intercambio, varía el objeto de la transacción.

[13](#) Fisher (1987) en su artículo “Procesos de ajuste y estabilidad”, nos dice que la necesidad de una figura que desempeñe el trabajo de un subastador en la teoría del equilibrio aparece desde tiempos de Edgeworth: “se podría suponer que cada cambista anota su demanda, es decir, qué cantidad de cada artículo tomaría a cada precio posible, sin tratar de ocultar sus necesidades, y que esos datos hayan sido proporcionados a *una especie de máquina del mercado*, el precio sería determinado fuera de toda pasión” *Edgeworth, 1881, p. 30*. Citado en Fisher (1987: 37 cursivas y negrillas son propias). El nombre de subastador walrasiano, nos dice Fisher, fue muy probablemente inventado por Schumpeter en alguna conferencia e introducido en la literatura por Samuelson.

[14](#) Citados por F.Fisher (1996: 195)

[15](#) “Gracias a los trabajos de Sonnenschein y de otros autores, este solo ejemplo implicaba la existencia de un conjunto abierto de economías en las que predomina el mismo resultado de inestabilidad. Así pues, aunque hayamos conocido algo útil, parece ser la estabilidad más bien que la inestabilidad lo que constituye la excepción” (Fisher, Ibid: 197)

[16](#) Fisher también ilustra muy bien este conflicto mediante un sencillo ejemplo del mercado de manzanas. Ver Fisher 1996: 207.

Capítulo 2: Un enfoque alternativo al problema económico-ambiental: contribuciones de Georgescu-Roegen.

Introducción

En el capítulo anterior concluimos que la interpretación del problema ecológico desde la EA era incompleta. Pero aún más grave resultó el hecho de que sus fundamentos teóricos estén parados sobre arenas movedizas. La advertencia que giran los argumentos del capítulo previo, es que las medidas propuestas por la economía ambiental pueden resultar poco eficaces para comprender y solucionar la interacción entre economía y naturaleza. Por tanto, nos vemos obligados a buscar un refugio teórico que proponga un marco de análisis satisfactorio al relacionar la dimensión física de los procesos económicos.

En esta tesitura nos encontramos con la obra de Nicolás Georgescu-Roegen (en adelante GR), un economista que en los sesenta del siglo pasado se dedicó a desentrañar los fundamentos de la teoría económica dominante (la neoclásica)¹. La crítica que desarrolló en torno a la teoría estándar, no obstante, adquiere un sentido diferente al de los autores que se ocuparon de la crítica interna, que estudiamos en el capítulo anterior. Georgescu regresa a las preguntas elementales como por ejemplo ¿qué es un proceso económico? y a partir de ello reconstruye el objeto de la economía. Por esa razón, nos atrevemos a decir que su crítica está anclada en el terreno epistemológico. Obviamente se apoya en el legado de muchos otros economistas y, lo que resulta más atractivo, también en el legado de otras disciplinas como la biología, la física, la química, entre otras.

Esta aventura teórica, como él mismo la denomina, lo lleva a desarrollar un estilo de análisis económico que destaca el carácter material y físico de la economía, un tema que, quizá desde los clásicos y los fisiócratas, no había sido retomado con tanta seriedad. Es por esta peculiaridad que se vuelve un autor básico para comprender la relación entre economía y medio ambiente. No es casual que algunos colegas hayan rescatado del ostracismo a este autor con la intención de encontrar herramientas de análisis más finas para interpretar dicha relación. De hecho, la economía ecológica, en gran medida retoma las contribuciones de GR.

Por esas razones, consideramos necesario dedicar este capítulo a las contribuciones de Roegen y explorar la eficacia de su interpretación. La lógica de exposición tendrá como pilares la definición del proceso económico y su representación analítica. El estudio será a manera de contraluz, es decir, se contrapone la concepción de proceso dada por la teoría estándar, a la versión de proceso de GR. De esa manera resplandecerá la importancia de las contribuciones de nuestro autor.

El capítulo se organizó de la siguiente forma: primero expondremos la versión neoclásica del proceso y su representación, al tiempo que deslizamos las críticas que GR lanzó al sentido de esta representación. En segundo lugar, presentamos la redefinición de proceso y sus elementos de acuerdo a nuestro autor. Ahí se destaca que al incorporar la ley de la entropía en la reelaboración de estos conceptos, la visión neoclásica y la propuesta de GR son irreconciliables. Por último, recuperamos la propuesta metodológica de GR, el modelo flujo-fondos de servicios, que resulta de la reconstrucción analítica del proceso económico. Revisaremos de qué manera este modelo puede capturar las nociones de entropía y la justificación epistemológica que tanto interesa a Georgescu. Se pretende también esbozar cuáles son sus alcances y sus limitaciones.

2.1 La versión neoclásica de proceso económico y su representación.

Caracterización del proceso económico: un razonamiento epistemológico.

Por representación analítica entendemos una forma abstracta que muestra las interconexiones de los elementos que participan en el proceso que es representado, y del cual se obtiene un resultado. El proceso que aquí nos interesa es el proceso económico. Siguiendo el razonamiento de GR, nos ocuparemos de comprender, antes de ir a una fórmula matemática, qué tipo de proceso es el proceso económico. Posteriormente veremos si la teoría neoclásica lo representa adecuadamente. Para ello se revisarán las representaciones de la producción y del consumo que emanan de esa teoría.

La escala, el orden y la medida son tres aspectos fundamentales en la representación del proceso económico. Aquí veremos por qué. Antes de entrar en la revisión de la función de producción y de utilidad, nos interesa dar sentido al significado de estos tres elementos que, dicho sea de paso, están íntimamente ligados.

La escala consiste en cambios en el tamaño de algo. La expansión de la economía es un aumento de su propio tamaño. Estos aumentos están mediados por la adición de elementos, en donde es importante la forma como se ordenan los componentes de la agregación. Para saber a ciencia

cierta qué tipo de adición ocurre en el proceso económico, primero distinguiremos las dos clases de adiciones: adición de elementos internos y externos.

Georgescu nos explica que la adición de elementos internos implica que la naturaleza de los componentes es la misma, por tanto es indistinto cómo se ordenan. Se representarían así:

Componentes aditivos internos

$$P_1 + P_2 = P_3$$

Una adición de este tipo da lugar a un proceso que es divisible en sus partes originales. Es decir, la división arrojaría P_1 y P_2 con sus cualidades originales. Traemos los ejemplos usados por GR, y así dejar más clara la explicación: si las masas m_1 y m_2 , son transformadas en las energías E_1 y E_2 , respectivamente, por dos instancias distintas P_1 y P_2 , estas instancias individuales pueden ser agregadas internamente porque ahí existe una instancia del mismo proceso que transforma $m_1 + m_2$, en $E_1 + E_2$ (GR, 1966: 56).

Por su lado, la agregación de elementos externos significa que las propiedades de cada elemento son distintos; no tienen las mismas propiedades y, por tanto, la manera como se ordenan sí es relevante. A cada organización distinta de los elementos correspondería un resultado diferente; tampoco puede esperarse obtener los elementos con sus características originales a partir de una división del resultado. Una adición de este tipo es propia de procesos cualitativos en tanto que cada componente tiene una función específica para dar lugar al resultado que buscamos.

Por ejemplo, la formación de una planta vegetal es un proceso de este tipo: los factores involucrados en su gestación y crecimiento -como el agua, la tierra, el sol, etc.- aparecieron en las cantidades y en el momento que el proceso de crecimiento lo iba requiriendo; y una vez que se convierte en planta no es posible obtener de ella el agua, el sol y los nutrientes de la tierra en su forma original. Esta adición se expresaría de la siguiente forma:

Componentes aditivos externos

$$P' + P'' = P'''$$

En un proceso así, el orden y las cantidades de cada componente alteran el resultado. La actividad económica es un proceso de este tipo porque la producción de una cosa, sea una mesa por ejemplo, involucra factores que desempeñan una función determinada en su fabricación: la madera no tiene la misma función que el barniz y no es lo mismo aplicar el barniz al principio de

la fabricación que aplicarlo una vez que la mesa ya está construida. Al tratarse de un proceso con elementos aditivos externos, las unidades de medida no pueden ser homogéneas porque ellas miden cualidades distintas. En este sentido, podríamos ejemplificar que una unidad de aceite (medida en litros) no es lo mismo que una unidad de madera (medida en kilos). Tomando en cuenta estos elementos ahora la pregunta relevante es si el proceso productivo económico, tal como lo presenta la teoría neoclásica está bien representado. En el siguiente apartado nos adentramos en la representación del proceso económico de la teoría estándar y, de la mano de la crítica de GR, tratamos de corroborar la existencia o no, de una base epistemológica que la respalde. Al final, este esfuerzo analítico deberá revelarnos los problemas de origen de la teoría neoclásica para estudiar la interacción de la economía con los recursos naturales.

2.1.1 La versión de proceso de la economía neoclásica.

Para ubicar los contrastes entre la visión neoclásica y la de GR, empezaremos por distinguir cómo se plantea su problema de estudio la economía que llamamos estándar². De manera simplificada lo presenta así: existen dos tipos de agentes representativos (los cuales conforman la sociedad), uno que es consumidor y otro que es productor. Ambos se encuentran en el mercado, donde los consumidores portan un conjunto de preferencias y los productores un conjunto de bienes. El problema a resolver es cómo los primeros satisfacen sus deseos de consumo (que se expresa en una curva de demanda) y cómo los segundos satisfacen sus deseos de venta (que se expresa en una curva de oferta). El planteamiento del problema escinde la presencia del estado, así como también cuestiones institucionales, culturales y medio ambientales que rodean a los agentes, por no considerarlos “problemas estrictamente económicos”. La teoría supone que las preferencias están dadas y que existe una tecnología de producción dada.

Por tanto, el objetivo se reduce a encontrar el mecanismo que permita satisfacer los deseos de ambas partes, y ese papel lo desempeñan los precios de equilibrio. Mediante esos precios, los consumidores obtienen los bienes que planearon y logran su máxima utilidad; mientras que los productores obtienen su máxima ganancia. Por tanto, el despliegue instrumental de la teoría se encamina a resolver un problema de cálculo, mecánico. No es casual que Jevons, uno de los fundadores de esta teoría, la llamara “teoría de la mecánica del interés en sí mismo y la utilidad”³.

Las conclusiones que surgen al plantear de este modo el proceso económico, son las siguientes: los agentes no tienen ideas, ergo asisten a un mercado, guiados por preferencias y deseos de consumo que no sabemos cómo se forman. Los productores producen con métodos que el analista económico desconoce y, por tanto, se infiere que es improbable que existan problemas

“estrictamente económicos” en las técnicas de producción. Así, el problema es meramente mecánico: dada la información de demandas y ofertas y ceñidos a ciertos supuestos, encontrar los precios de equilibrio.

La estructura lógica de este planteamiento es coherente desde el punto de vista de la lógica, pero no desde la epistemología. Al desconocer el proceso de formación de preferencias y de producción, la economía se vuelve una caja negra. De hecho, como el mismo GR decía, aquí no hay, en sentido estricto un proceso económico, sólo hay un proceso de formación de precios:

“(.) una vez que hemos determinado las dotaciones a disposición del individuo y obtenido una fotografía de sus gustos... el individuo puede desaparecer. El individuo es así reducido a una mera receta de la función $\emptyset(X_i)$. La lógica es perfecta: el hombre no es un agente económico, simplemente porque no hay un proceso económico. Existe solo una pieza del rompecabezas de acuerdo a dadas dotaciones para dados fines, que requieren una calculadora, no un agente.” (G-R, 1966: 104)

Al parecer, la teoría neoclásica se concentra en la descripción del proceso de formación de precios de equilibrio. No obstante, un proceso económico, debería entenderse como algo más que el sistema de precios. Por ejemplo, enfocarse en el estudio de las dotaciones de recursos, es decir la disposición de los mismos y su uso. La razón es que la economía es en primera y última instancia, una transformación de cosas materiales en otras cosas materiales, por tanto es riesgoso aceptar una teoría –como la neoclásica- que desdeña a tal grado dicho aspecto.

La teoría estándar se conforma con el esquema de flujo circular que describe un sistema que toma insumos, los transforma y da como resultado productos. Pero que deja en la oscuridad la parte física de donde se toman los insumos y cómo se transforman o usan en el proceso. Con la expresión “dadas unas dotaciones”, la teoría deja fuera de su interés, la relación de la base material y su transformación dentro del proceso económico.

La ausencia del análisis en torno a un proceso económico más allá del proceso de formación de precios, valida aún más el cuestionamiento epistemológico que GR hace a la economía convencional. La importancia de una crítica así, GR la justifica de la siguiente manera: “(.) Es por su dogmatismo, no por su uso de la abstracción, que la economía estándar está abierta a críticas válidas. (.) la cuestión es por qué una ciencia interesada en las dotaciones, fines y distribución económica, rechaza dogmáticamente el estudio del proceso por el cual nuevas dotaciones económicas, nuevos fines, y nuevas relaciones económicas son creadas.” (1966: 105).

2.1.1.1 La representación de la producción.

La forma de la función de producción hasta hoy difundida, viene de la imprecisa definición que Philip H. Wicksteed le diera en el año de 1894, la cual se limita a expresar que la producción es una función de factores de producción, por ejemplo, factor a, b, c, etc, (GR, 1990: 205). Su representación es:

$$(1) P = f(a,b,c,\dots)$$

Los economistas, agregaron que era necesario decir que en la representación del proceso, sólo intervienen cantidades y plantearon:

$$(2) Q = F(X,Y,Z)$$

Donde:

Q= producción

X,Y,Z= cantidades de factores de la producción.

O bien, que sólo intervienen coeficientes de flujo por unidad de tiempo:

$$(3) q = f(x, y, z)$$

Sin embargo, (3) indicaría que todos los procesos son indiferentes a la escala. GR (1994) lo demostró utilizando las identidades elementales $X=tx$, $Y=ty$, $z=tz$, para cualquier t. De modo que si (2) y (3) son representaciones equivalentes de un proceso, las dos funciones deben ser idénticas $F \equiv f$, y además, homogéneas de primer grado. Si ambas expresiones fueran iguales, se llega a la conclusión paradójica de que absolutamente todos los procesos de producción son indiferentes a la escala.

La función de producción neoclásica se reduce a un vector ordinario, sin referencia al espacio y al tiempo en que transcurre la producción. Es solamente un listado de cantidades de los factores de la producción. Algo semejante a una receta de cocina. La comparación de la función de producción con una receta de cocina, es usada por los mismos neoclásicos. GR nos recuerda que el propio Paul Samuelson decía que “la función de producción es un catálogo de todas las recetas encontradas en el libro de cocina, de acuerdo al estado del arte prevaleciente, para obtener un producto dado, desde unas cantidades de factores” (GR, 1971: 235). Sin embargo, una

representación de la producción debiera procurar reflejar las relaciones entre los factores o la manera como interactúan esos factores en la producción.

Una representación con tales características, implica hacer posible una representación abstracta de todas las combinaciones posibles de los factores. Obviamente una representación así, no podría representarse con un vector ordinario o función de tipo Dirichlet, tal como se representa la forma común de la función de producción de la forma (2). Una función Dirichlet “es tal que, cada combinación de valores válidos de los argumentos, se corresponde con un valor único para la función” (GR, 1990: 202). En otras palabras, es una relación de un conjunto de números que se corresponde con un número, lo cual da lugar a un vector ordinario. Sin embargo, un catálogo de todas las recetas de combinación de factores, debiera estar representada por una función de funciones, en un espacio abstracto opuesto al espacio Euclidiano (GR, 1971: 235).

La función de producción convencional, en realidad mantiene una lógica demasiado elemental, de la cual se deduce que dadas unas cantidades de ciertos insumos, obtenemos ciertas cantidades de producto. Como se ve, no ofrece herramientas para identificar cambios estructurales o cualitativos, puesto que permanece en la oscuridad cómo se relacionan los factores de la producción para generar un producto. La ausencia de tales relaciones ha conducido a aceptar supuestos inverosímiles. Es el caso del supuesto que indica que los factores son homogéneos y pueden sustituirse de manera perfecta. Si se admite esa clase de supuestos, por añadidura se aceptaría que el ordenamiento de los factores, las unidades de medida y la escala, son absolutamente irrelevantes en un proceso productivo.

La supuesta “gran abstracción de la teoría”, no puede ser la excusa para ignorar los aspectos mencionados. La abstracción de algún fenómeno, debe conservar al menos los rasgos más característicos del fenómeno. Este es el problema epistemológico en el que insistía GR. ¿Qué pasa si se admite una representación de un fenómeno real sin importar su base epistemológica? Podría pasar que se deduzcan hechos que ahí jamás sucederían. La producción económica está inmersa en un proceso donde los factores interactúan de manera cualitativa. Por tanto, ninguna representación por más abstracta que se presente, puede evadir esa característica, de lo contrario sería inadecuada. Pero en el esquema neoclásico, hay un tremendo descuido al respecto, tal parece que su punto de partida es un producto lógico, más que una observación de la realidad. Veamos qué dice GR sobre lo que podría pasar sin una base epistemológica:

“(..) si no hay una base epistemológica para medir el maíz de una u otra forma, entonces la utilidad marginal puede libremente aumentar o disminuir dentro de cualquier intervalo dado (..) Las isocuantas, las curvas de costo, las curvas de escala

podrían entonces estar hechas para tener casi cualquier forma que nosotros elijamos.
(..) Dificilmente podría haber duda de que la actividad económica, debido a su naturaleza pedestre, no pueda existir sin tal base.” (1966: 59).

Ahora, consideremos la función de producción Cobb-Douglas clásica para mostrar con mayor claridad que el carácter cualitativo del proceso, se ignora en la versión neoclásica:

$$Q = cL^aK^{1-a} \text{ donde } 0 < a < 1$$

Esta forma expresa la porción de cada factor de la producción que participa en el proceso. Las variables más comunes son el trabajo (L) y el capital (K), excluyendo así a otros factores que están incorporados en la producción. Pero no es verdad que todos los elementos incorporados en la producción puedan describirse bajo la etiqueta de capital fijo o trabajo. Las materias primas, no estarían especificados en alguna de esas dos categorías. A su vez, la fuerza humana y el capital funcionan con energía. El primero consume energía en forma de alimentos, y el otro energía humana o electricidad, carbón, petróleo, solar, etc. La energía tampoco cabe en los rubros de capital o trabajo. Tampoco puede olvidarse que la producción genera, a la par del bien deseado, un residuo o desperdicio.⁴ La ausencia de estos elementos en la función Cobb-Douglas hacen que éste sea un modelo de producción especificado de forma incompleta y, por tanto, reporta una fotografía mutilada de lo que es la producción.

Lo dicho antes no debe hacer pensar que incorporando todas las variables mencionadas (recursos naturales, energía, desperdicios), haría más verosímil la representación de la producción. El verdadero problema de la Cobb-Dogulas es su estructura. Los factores son factores multiplicativos y los coeficientes nos dicen la proporción de cada uno de ellos; la suma de esos coeficientes es igual a la unidad. Esa condición exige que una disminución de la cantidad de alguno de los factores sea compensada con otro factor y así mantener constante la producción. Esta condición es la que da lugar al supuesto de sustitución perfecta de los factores y haría suponer que todos los factores implicados tienen las mismas o muy similares cualidades. Sólo cuando los factores comparten características se puede decir que son sustitutos. Con este supuesto se elimina el carácter cualitativo y se hace a un lado el hecho de que los elementos o factores, colaboran con sus propiedades para generar el producto.

Veamos cómo este razonamiento aplica para la forma Cobb-Douglas que contiene la variable R (Recursos naturales), que GR llamó “variante Solow-Stiglitz”⁵.

$$Q = K^{a1} R^{a2} L^{a3}$$

Aquí se puede mostrar la inconsistencia de la sustitución perfecta de factores:

Q (Producción) puede mantenerse constante incluso si $R \rightarrow 0$ en tanto halla suficiente L y K que sustituyan la merma de recursos naturales (R). Para Georgescu, este supuesto “ignora la diferencia entre el mundo real y el jardín del Edén” (GR, 1975: 349). La inconsistencia de este supuesto es que cuando $R \rightarrow 0$, forzosamente también lo hará K en algún momento y también Q. Se explica con dos razones: una, el mismo capital propiamente dicho (máquinas, herramientas) es creado con materias primas, vienen de otro proceso, donde también entraron recursos naturales. Así, dado que la creación de K también depende de R, a medida que R disminuye también disminuye la probabilidad de producir K, y definitivamente sin recursos naturales no habría K⁶. La segunda razón es que el proceso productivo es un proceso de transformación de materia en otras cosas o bienes. El capital, por sí sólo no genera ninguna transformación material; su función dentro del proceso es actuar sobre la materia prima. Es esta última la que sufre la transformación y al final del proceso adquiere la forma de un producto distinto, gracias a la fuerza transformadora de los agentes activos (máquinas, fuerza de trabajo o tierra). Además, el ser humano está incapacitado hasta el momento de crear la energía, que da origen a los productos de la naturaleza. Puede replicarlo, como de hecho lo hace en los laboratorios, por ejemplo, los alimentos transgénicos, pero nunca lo ha hecho sin ayuda de un elemento extraído de la naturaleza.

Si el supuesto de sustitución perfecta se validara en la realidad, no habría ningún factor indispensable en el proceso de producción. Sin embargo, siempre hay elementos que no pueden suplantarse, por ejemplo los insumos materiales, la energía, etc. Pongamos el caso del cultivo de maíz, ¿podría realmente sustituirse en absoluto la tierra, el agua, el sol? ¿Podríamos sustituir la semilla por más tierra y de cualquier manera tener cosecha de maíz? Definitivamente no. Pero cuando no hay un fundamento epistemológico, -como ocurre en la visión de proceso productivo neoclásico- casi cualquier cosa que se nos ocurra, puede adjudicarse a un hecho de la realidad.

¿A qué responde esta representación neoclásica de la producción? ¿Qué sentido tiene su afán cuantificador y su errónea abstracción de la realidad? Por supuesto hay un sentido: disfrazar con valores numéricos las propiedades físicas de los elementos, para satisfacer las necesidades de un análisis de precios. Bajo la forma numérica, se desconoce la cualidad de cada uno de los elementos y, por tanto, puede imponerse libremente el criterio de sustituir el factor de mayor

precio por aquél de menor precio. Esta mecánica de la producción cuadra bien en el mundo de la lógica, pero no en el mundo real.

2.1.1.2 El problema de la utilidad en la teoría del consumidor.

Una nota histórica interesante de la teoría neoclásica del consumidor es la confrontación de dos enfoques: 1. El enfoque basado en las preferencias (este el más utilizado en la economía moderna) y 2. El enfoque basado en el comportamiento de la elección del individuo (surgido de la escuela clásica de utilitaristas, comandada por Edgeworth). La oposición entre ambos reside en el análisis modelado aritmomórficamente⁷ del primer enfoque. Esto significa, que se sujeta a postulados evidentes por sí mismos, sin necesidad de confrontarse con la realidad. De forma tal, prescinde de todo razonamiento en torno a la satisfacción que un bien representa a un individuo al consumirlo, lo cual sí está presente en el segundo de ellos.

Las respectivas definiciones de dichos enfoques va de la siguiente manera: el primero, “se resume en las relaciones de preferencia, las preferencias del tomador de decisiones (..) y el segundo, trata el comportamiento de la elección del individuo como la característica primitiva y procede haciendo supuestos que conciernen directamente a este comportamiento. (..) También hace supuestos sobre objetos que son directamente observables (comportamiento de la elección), en lugar de cosas que no lo son (preferencias)” (Mascollel, 1995: 6). Uno de los rasgos que también distinguen a uno, del otro, es el carácter ordinal del tratamiento basado en las preferencias, frente al carácter cardinal de aquél basado en el comportamiento de la elección del individuo.

La teoría neoclásica actual ha sustituido el enfoque cardinalista por el ordinalista, justificándose en la dificultad para medir el grado de felicidad o satisfacción que reporta el consumo de un bien a un individuo. Añadían también, la supuesta virtud de que éste era un análisis más universal, en tanto que se prestaba para estudiar al consumidor en cualquier contexto socioinstitucional (Zamagni, Stefano, 1999: 112). De este modo, el concepto de utilidad del consumo, se reducía a la descripción de las preferencias. Al respecto, Varian señala: “(..) los economistas han abandonado la anticuada idea de la utilidad como medida de la felicidad y han reformulado totalmente la teoría de la conducta del consumidor, en función, ahora, de sus preferencias. Se considera que la utilidad no es más que una forma de describirlas.” (Varian, 1999: 55) En suma “el nuevo enfoque no depende –eso se creía- en una concepción filosófica dada (utilitarismo hedonista) sino más que nada únicamente en un conjunto de postulados por sí

mismos evidentes que los economistas tenían (simplemente) que aceptar como evidentes (..) De hecho, el enfoque ordinalista descansa sobre todo en una concepción inusual de la relación entre bienes y necesidades, por un lado, y en una muy particular concepción de utilidad, por el otro” (Zamagni, *ibid*: 112)

El fundamento de la teoría basada en las preferencias, es la conducta racional, que, para ser llamada así, debe poseer las propiedades de completitud, transitividad, continuidad e insaciabilidad:

Completitud o Integridad: Se refiere a que una ordenación es completa si permite al individuo ordenar todas las combinaciones de bienes posibles. Cuando a un consumidor se le presentan dos alternativas A y B, puede decidir cual prefiere o si está indiferente entre ellas. Entonces, el individuo presentará uno de los siguientes estados: Es indiferente entre A y B, prefiere A a B o prefiere B a A.

Transitividad: El consumidor es consistente al elegir entre distintas combinaciones de bienes. Cuando un individuo se enfrenta a tres alternativas A, B y C, dadas sus preferencias, se podrá inferir lo siguiente:

- Si es indiferente entre A y B y prefiere B a C, entonces prefiere A a C.
- Si prefiere A a B y es indiferente entre B y C, entonces prefiere A a C.
- Si es indiferente entre A y B y entre B y C, entonces es indiferente entre A y C.

Continuidad: El concepto de *continuidad* implica que el ordenamiento de preferencias no será “trunco” en ninguno de sus segmentos. Para cualquier conjunto de bienes x' y x'' se podrá determinar: $x' \succeq x''$ (x' es preferido o indiferente a x'') o $x'' \succeq x'$ (x'' es preferido o indiferente a x') o finalmente $x' \sim x''$ (x' es indiferente a x'').

Insaciabilidad: Este supuesto dice que los individuos jamás están satisfechos con los bienes que poseen. Siempre prefieren más a menos, para el caso de los bienes normales.

Como se ve, el enfoque de la conducta racional simplifica en extremo su objeto de estudio, porque el formato de elección está predeterminado. El individuo nunca se equivoca, tiene bien definidos sus deseos y necesidades. De modo que resuelto el asunto de la conducta del individuo,

el problema avanza a otro peldaño: definir la máxima utilidad del consumidor, es decir, la máxima satisfacción que puede obtener dadas sus preferencias.

La peculiaridad de todo este enfoque es que lo único importante es el orden numérico de las alternativas, de modo que la función de utilidad que describe la relación de las preferencias, tiene un carácter meramente ordinal. Mascollel, en su libro de texto de *Teoría microeconómica*⁸, - ampliamente difundido entre los estudiantes de economía-, nos explica una implicación más de una función ordinal: su invariabilidad. “Las propiedades de las funciones de utilidad que son invariantes para cualquier transformación estrictamente creciente son llamadas *ordinales*. Las propiedades cardinales no son preservadas bajo tales transformaciones. Así, la relación de preferencia asociada con una función de utilidad es una de propiedad ordinal” (Ibid: 9) La invariabilidad es consistente con un individuo que elige bajo los cánones de la racionalidad, y el supuesto más fuerte implicado aquí, es que las preferencias son reducidas al concepto único de utilidad. Se desconoce, en consecuencia, el proceso de formulación de las preferencias y el contexto cultural que influye altamente en su determinación.

Precisamente aquí es donde inicia la controversia del problema de la utilidad en que se ocupa GR, lo que él llama la *falacia ordinalista*. Pero antes, ofrecemos un aperitivo previo al plato fuerte de su argumento: GR cuestiona la no consideración de dos principios universales del comportamiento del individuo que son: 1) que el hombre es un continuo cambio de estructura y 2) que sus reacciones ante el universo que lo rodea están afectadas por el umbral psicológico (GR, 1966: 187). Con esto en mente, el proceso de elección basado en el comportamiento del individuo, no podría sino estar inmerso en un proceso de incertidumbre, en el que sería completamente válido el cambio de las preferencias a medida que evoluciona el proceso de elección. Por eso, lo que posteriormente nos presentará GR como alternativa es una visión dinámica del comportamiento del consumidor.

La *falacia ordinalista*, descubre que la teoría del consumidor ordinal distorsiona las relaciones del consumo, al establecer una correspondencia directa y única entre necesidades y bienes. Esto hace bastante complicada la teoría del consumidor, porque no hay tal correspondencia. Más bien, parafraseando a Menger,⁹ por lo general un bien particular no sacia una necesidad particular, sino que un conjunto de bienes, saldan un conjunto de necesidades.

En el esquema ordinalista, se asume el criterio de que en esencia el consumo de bienes proporciona bienestar o satisfacción al individuo. Bastaría entonces con que el individuo distinga los bienes, a través de la mayor o menor intensidad de satisfacción o placer que brinden.¹⁰ De esta manera, aparentemente la preferencia ligada a la utilidad, no sacrifica el principio inicial del

consumo: satisfacer deseos y necesidades. La falacia que señala GR, se manifiesta en el peso que tiene, en esta teoría, la utilidad medida cuantitativamente. El mayor problema que puede resultar, es que dos bienes tengan la misma utilidad en términos numéricos y, sin embargo, saciar necesidades muy diferentes.

Georgescu explica y argumenta esa falacia, interponiendo el principio de irreducibilidad (*Irreducibility principle*). Este principio sostiene que los deseos no pueden reducirse a la base común y particular de la utilidad (GR, 1966: 196) ¿Por qué? Porque entonces se admitiría que dos bienes completamente distintos, supongamos un palacio lujoso y un poco de comida para un hambriento, pudieran tener el mismo valor en términos de utilidad y sin embargo, no representar el mismo beneficio para el individuo. Sería pues, una falacia que si la utilidad asociada al bien “palacio lujoso” fuera igual a la asociada al bien “comida”, el individuo permaneciera indiferente ante ellas.

Como se ve, la jerarquía de las necesidades no aparece en la racionalidad de la teoría estándar, pese a que la jerarquización de éstas es el acto más común de un individuo en el mundo real. En respaldo del principio de irreducibilidad, GR trae los siguientes ejemplos: “el pan no puede salvar a uno de morir de sed, el vivir en un lujoso palacio, no constituye un sustituto de comida, etc.(..) Si todos los deseos fueran reducibles, no podríamos explicar por qué cualquier sistema de agua doméstico americano es consumido para saciar la sed –y, por tanto debería tener una “intensidad” cero de utilidad a ese punto- mientras, dado que en el cuidado del pasto, el agua no es usada para la saciedad, ahí debe tener un <<grado final de utilidad>> positiva” (GR, 1966: 197). En estas últimas tres líneas, el autor nos sugiere que la utilidad del consumidor, debiera ser entonces el excedente después de las necesidades básicas.

Debido a estas reflexiones, GR critica duramente el supuesto de indiferencia y el de sustitución perfecta de los bienes. Considera que únicamente en una teoría de las preferencias cuantitativa y aprobada sólo axiomáticamente, puede existir la indiferencia entre los bienes. En la realidad, el individuo ordena lexicográficamente sus preferencias, es decir, siempre el gusto por un bien está antecedido por una necesidad más urgente y precedido por una menos urgente. Incluso llama la atención que esta evidencia sea ampliamente evadida por la escuela tradicional neoclásica, aunque de manera indirecta algunos de sus más importantes fundadores y seguidores hayan hecho mención de la jerarquía. Por ejemplo Walras considera que hay “una unidad empleada para el uso más importante” y Knigh dice que “hay una en el empleo menos importante”, por último Menger completa señalando que “la satisfacción de necesidades concretas tienen grados de importancia diferentes para nosotros” (citados por GR, 1966: 194). De esta lectura se puede

inferir que tenían en mente, de alguna forma, la jerarquización de las necesidades, pero desafortunadamente, no fue recogida en la formalización de la teoría.

De manera esquemática, el problema planteado antes, se ve reflejado también en el tipo de función de utilidad que usa la teoría estándar. Al igual que la representación de la producción, es una función Dirichlet, donde sólo se busca que los valores del argumento de la función $U = \varnothing(x, y, z, \dots, w)$, se corresponda con un valor único. De modo que las preferencias son un vector. Por eso, como apunta Mas-Collel (ver líneas más arriba) esta función es invariable, no cambia de estructura, porque las preferencias que describe son fijas. Así, la sustitución de un bien por otro, no estaría guiada por una diferencia cualitativa entre los bienes, sino por algo más ajeno, mucho más ajeno a la satisfacción del consumidor: su nivel de precio. Es decir, desde este marco, el individuo estaría dispuesto a intercambiar el bien x por el bien y , siempre que ambos tengan el mismo precio. O bien, desear adquirir más de x si y aumenta de precio o viceversa. El criterio de decisión sería pues, el precio, no la satisfacción.

Ahora puede verse con claridad el alejamiento que provoca el utilitarismo cuantitativo del propósito del consumidor, el cual es la satisfacción de una necesidad o saciar un deseo. Estas son consecuencias de la confusión entre ordinalismo y cardinalismo. En el ordinalismo, no se representa el hecho de que los individuos prefieren un bien por sus cualidades. Además, contrario a lo que la teoría supone, el proceso de elección es incierto y evolutivo, porque el individuo cambia su estructura de elección a medida que sacia necesidades.

Acudir a los clásicos en estas controversias tan intrincadas, es un recurso inteligente del que GR hace uso. De este modo, recupera la afirmación de Aristóteles, que dice: “las cosas intercambiables deben ser en cierta forma comparables y deben por tanto ser medidas por una cosa” y no puede haber “intercambio si no hay igualdad, ni igualdad si no hubiera conmensurabilidad”¹¹. Aristóteles completa diciendo que “es imposible que las cosas que difieren demasiado lleguen a ser conmensurables”¹², de lo que se deduce que si las necesidades son tan diferentes, éstas no pueden ser cuantificarse como iguales. Por tanto, se vuelve completamente válida la intención de GR de hacer de la teoría de la utilidad del consumo, una teoría con contenido estrictamente cualitativo, cuya tarea no debería amedrentar a ningún economista. Leamos sus propias palabras:

Ahí, encontramos que después de que alguien habla de utilidad, de valor, o de cómo un individuo se comporta, uno menciona *necesidades, deseos, usos, etc.* Estos últimos conceptos están, en verdad, lejos de ser definidos con precisión, pero también lo es la *utilidad o satisfacción* (.). La falta de precisión no debería, sin

embargo, enturbiarnos en ciencias morales, pero sí debería enturbiarnos el atribuir a facultades del hombre, que de hecho no posee, conceptos impropios respaldados por otros conceptos indefinidos, tales como deseos, usos, etc. Si los últimos no pueden ser definidos, *a fortiori*, “utilidad” o “satisfacción” no pueden definirse (traducción propia, GR, 1966: 192)

Nos atrevemos a decir que las inconsistencias encontradas por nuestro autor en la representación de consumo y producción, fueron su inspiración para reelaborar la comprensión del proceso económico. Repetidamente, GR cuestiona la presentación aislada y autosostenida del proceso económico. Para él, “este proceso no puede llevarse a cabo, sin un intercambio continuo que altera su ambiente de manera acumulativa, y sin ser, en su momento, influido por estas alteraciones” (GR, 1975: 348). En lo que resta del capítulo, veremos cómo GR logra definir el proceso con carácter cualitativo y evolutivo. Así como también, veremos las ventajas que dicha definición ofrece para el análisis de la interacción entre economía y medio ambiente.

2.2 Redefinir el proceso económico: la versión de Georgescu-Roegen.

2.2.1 Los límites del proceso.

Como quedó asentado en las secciones anteriores, en la teoría neoclásica la descripción de proceso se diluye en la cuantificación de las variables involucradas y de sus relaciones. La lección para los economistas es que el dominio de la cuantificación no conduce directamente a describir aspectos cualitativos. Necesitamos una máquina analítica que asimile los aspectos cualitativos del proceso económico.

GR se percató de que estas fallas no son periféricas, sino de origen. Por lo tanto, debía reformularse la definición misma de proceso. Su cuña metodológica es desde luego, epistemológica. Consistente con el propósito de dotar de realismo a la abstracción de proceso, identifica que el proceso productivo se da sobre una base material. Por eso, parte del estudio fisiológico de la misma. Al mismo tiempo, se preocupa por estudiar las relaciones del proceso con su ambiente. A ello se debe su deliberada intención de aplicar el rigor dialéctico para determinar lo que es el proceso y su “otro”.

Con esto, GR pretende obtener una visión de proceso no aislado. El método dialéctico permite, por una parte, distinguir las pequeñas unidades que componen al proceso productivo global, a las cuales GR llama procesos parciales o elementales y, por otra, ubicar a este proceso global o bien, a la economía, dentro de un sistema más grande. Un proceso elemental “es definido como un

proceso por el cual en cada situación particular, una unidad del producto (una silla, una libra de nylon, por ejemplo) es producida con algunos materiales específicos y por algunos agentes específicos (...) constituye el elemento atómico de la producción mercantil, en el sentido de que cualquier proceso de producción puede descomponerse en procesos elementales. La única diferencia entre un proceso y otro, descansa en la manera en que se arreglan los procesos elementales”¹³— De ahí se extrae la importante conclusión de que cada sistema de producción, de cualquier tipo, es un sistema de procesos elementales.

Los primeros pasos para saber qué es lo que físicamente hace un proceso y qué ocurre dentro de él, son establecer los límites o fronteras del proceso. Éstos tienen dos componentes distintos: 1) la frontera del proceso, que tiene un sentido espacial y 2) un componente temporal. El primero, “pone al proceso contra su entorno” y el segundo indica “los momentos del tiempo en los cuales el proceso analítico que tenemos en mente, empieza y termina” (Ibid: 214). La frontera del proceso nos deja saber con precisión qué tipo de elementos entran y cuáles salen del proceso. Por ejemplo, si el elemento cruza la frontera desde el exterior al interior, esto es claramente un *insumo*. Si el elemento cruza desde el interior al exterior, éste es un *producto* (GR, 1974: 238). Con estos dos componentes, el proceso está situado en coordenadas espaciales y temporales. Nada puede ocurrir fuera de un espacio y de un tiempo. Tenemos ahora la representación con sus coordenadas:

T T

(3) [I_i (t); O_k (t)] I: insumo, O: producto.

0. 0

Esta representación difiere de la neoclásica en tres aspectos fundamentales: 1) La fisiología del proceso aquí se simboliza por un punto en una funcional, contrario a la representación convencional con un punto en un espacio ordinario, p.e. un vector numérico de variables indiferenciadas; 2) En (3) se explicita el tiempo en el que ocurren los eventos y éste tiempo tiene un sentido cualitativo y evolutivo: es una flecha que marcha siempre hacia adelante y por tanto, los procesos contenidos en él son irreversibles. En contraste, en la representación neoclásica el tiempo es mecánico, ergo los procesos son reversibles, algo inverosímil si estamos hablando de un proceso de transformación de la materia¹⁴—; por último 3) En (3) es fácil introducir el flujo de entradas de recursos naturales (dentro de I) y el flujo de salida de desperdicios (dentro de O).

Bajo esta forma, podemos realizar el ideal de Samuelson de expresar la función como un catálogo de todas los procesos posibles por los cuales se puede obtener un proceso particular, que dicho sea de paso, no era factible con las herramientas neoclásicas. La producción, puede ahora representarse con más realismo y apegados a una base epistemológica.

T T T

$$(4) Q_0(t) = F [I_i(t); W_0(t)]$$

0 0 0

La conclusión de este esfuerzo de abstracción de GR es una simbolización del proceso de producción mediante una funcional, donde el producto está en función de los insumos y el desperdicio. Así, cada elemento, queda en lo general, bien definido y delimitado.

2.2.2 Implicaciones económicas de la ley de la entropía.

La aparición de la ley de la entropía en el estudio de GR sobre el proceso económico no da la impresión de que haya sido premeditada. Más bien parece ser una consecuencia de su cuestionamiento epistemológico al “proceso económico” de la teoría estándar. La reelaboración del proceso, le permitió contextualizar al sistema económico (el proceso y su “otro”) dentro de un sistema más extenso de donde se extraen los insumos (I) y donde se depositan los desperdicios (W). Ese sistema es el medio natural.

Él mismo queda persuadido, y del mismo modo disuade a sus lectores, de lo esencial de una concepción teórica material de la economía. Material en el sentido de reconocer las propiedades físicas de los factores que hacen posible la generación de productos para “la perpetuación de la especie humana” y el “disfrute de la vida”. Para GR la perpetuación de la especie humana “es el objetivo de toda actividad económica”, y el disfrute de la vida “debiera ser el verdadero producto de todo proceso económico” (GR, 1966: 93, 97)

La ley de la entropía nos permite comprender cómo interactúa el sistema económico con los requerimientos materiales que necesita para funcionar (recursos naturales como materia prima y una biósfera donde depositar el producto del desperdicio). El ser humano extrae la materia del medio ambiente o ecosistema y la lleva en forma de insumos al proceso de producción. Al concluir el proceso, se obtienen productos deseados (Q= producto) y no deseados (W=desperdicios). Los primeros serán consumidos por el ser humano; los otros, serán dispuestos en el ecosistema y permanecerán en él todo el tiempo que éste requiera para absorberlos.

Considerando el grado de dependencia del sistema productivo respecto al medio natural, se puede hablar de una subordinación de la economía a las leyes que gobiernan a los ecosistemas. Aunque son muchas las leyes de los ecosistemas, las leyes de la termodinámica son supremas por su grado de generalidad: rigen a toda la materia y la energía del universo. En especial la segunda ley de la termodinámica, que se refiere a la entropía, nos resulta analíticamente relevante para estudiar las relaciones del sistema productivo con su ambiente. La razón es que los insumos tomados de la naturaleza e incorporados en el proceso productivo, se degradan y no pueden ser infinitamente reutilizados. De tal manera, el sistema natural impone límites a la continuidad del proceso.

La ley de la entropía es parte de un cuerpo de leyes de la física moderna o termodinámica. En 1865 Clausius dio la formulación clásica de las primeras dos leyes de la termodinámica (GR, 1966: 68):

Primera: La energía del universo se mantiene constante. ¹⁵—

Segunda: La entropía del universo en todo momento se mueve hacia un máximo.

La ley de la entropía se define con la fórmula:

Entropía = (Energía latente)/ (temperatura absoluta)

En términos físicos, la segunda ley indica que “sólo se puede obtener trabajo de una fuente que conlleve una diferencia de temperatura” (GR, 1994: 172). Para nuestros propósitos, consideramos útil definir esta segunda ley de una manera inteligible: la energía se transforma siempre, de energía disponible en energía no disponible o disipada y nunca viceversa. Ehrlich, P. et al (1989) ofrecen diversas interpretaciones sobre el concepto de entropía y los presentamos en el siguiente cuadro (ver cuadro de definiciones)

Definiciones de entropía

1. En cualquier transformación de la energía, parte de ésta se degrada.
2. No existe un proceso cuyo único resultado sea la conversión de una cantidad determinada de calor (energía térmica) en una cantidad igual de trabajo útil.
3. No puede existir un proceso cuyo único resultado sea el flujo de calor de un cuerpo frío a uno más caliente.
4. La disponibilidad de una cantidad determinada de energía tan sólo puede usarse una vez; es decir, la propiedad de convertibilidad en trabajo útil no se puede reciclar.
5. En los procesos espontáneos, las concentraciones (de lo que sea) tienden a dispersarse, la estructura tiende a desaparecer, el orden se convierte en desorden.

Fuente: Ehrlich, P., et al (1989: 58)

Para entender un poco más de qué trata la entropía, nos referiremos a baja y alta entropía, asociando la primera, a una alta calidad de los recursos; y la segunda, vinculada a una baja calidad de los mismos. La calidad aquí alude a la susceptibilidad de estos recursos para ser transformados en productos útiles, o bien, para ser aprovechados por el ser humano (ver cuadro de definiciones). El ejemplo clásico de la pieza de carbón es bastante ilustrativo: una pieza de carbón por primera vez utilizada tiene baja entropía y, por tanto, alta calidad para generar combustible, calor o movimiento (producto útil). Pero una vez que ha sido usada múltiples veces, aumenta la entropía de la pieza y su capacidad para transformarse en combustible, calor o movimiento (producto útil) es mucho menor (baja su calidad), hasta que llega a su máximo de entropía y pierde por completo su capacidad de generar producto útil.

La naturaleza en sí misma contiene ya un grado de entropía, pues por sí sola lleva a cabo procesos de transformación de la materia¹⁶. Con la intervención humana, la peculiaridad es que la pérdida de la calidad de los recursos se acelera.

Pero, ¿qué enseña la ley de la entropía a los economistas? Para contestar la pregunta atendamos primero a dos aspectos que destacan de esta ley de la termodinámica: 1) es una ley evolucionista y 2) trata de procesos irreversibles.

Una ley evolucionista, como describe GR en su trabajo de 1966 –que también recupera en su libro de 1971–, “es una proposición que describe un atributo ordinario E de un sistema dado (o entidad) y también afirma que si $E_1 > E_2$, entonces la observación de E2 es posterior en tiempo a E1, y conversamente. Esto es, el atributo E es un índice evolucionista de un punto en el sistema. (..) O, para usar el término elocuente introducido por Eddington, podemos decir que E constituye una <flecha del tiempo>. Claramente E no es lo que normalmente se llamaría una causa, o la

causa única, del cambio evolucionista. Por lo tanto, contrario a la opinión de algunos biólogos, no necesitamos descubrir una causa singular de evolución para arribar a una ley evolucionista. Y, de hecho, casi cada propuesta de una ley evolucionista para el mundo biológico o social ha sido descrita con una flecha de tiempo, no con una causa especial.” (GR, 1966, p. 67)

La ley de la entropía cumple con la descripción de ley evolucionista, ya que “el atributo ordinario” que le concierne (entropía) cambia con el tiempo y por definición “tiende siempre a un máximo”. Su evolución implica cambios cualitativos¹⁷ y dichos cambios no pueden regresar a su estado previo.

La irreversibilidad es por tanto, inherente a los procesos entrópicos. Un proceso irreversible es aquél que no puede regresar exactamente a sus fases anteriores en un orden inverso. Hay dos formas de irreversibilidad: procesos revocables e irrevocables. Los primeros corresponden a aquéllos que se pueden repetir, sin necesidad de revertir fase por fase el proceso. Un ejemplo claro es la caída y el brote de las hojas de los árboles: una vez que se caen las hojas, éstas vuelven a brotar. Ahí se tiene el mismo resultado pero no fue producto de un proceso reversible. Los procesos irrevocables son aquellos que no pueden recuperarse de ningún modo, o bien “son procesos que no pueden pasar a través de un estado dado, más de una vez.” (Ibid: 84). Un ejemplo de ello es la degradación entrópica del universo como se concibe por la termodinámica clásica: “la energía libre, una vez transformada en una energía latente, nunca podrá ser recuperada.” (Ibid: 84)

Ahora es relativamente fácil hablar de cómo estos principios termodinámicos influyen sobre la actividad económica: las transformaciones que se llevan a cabo dentro del proceso económico, se alimentan de materia de baja entropía. Sin la disponibilidad de materia de alta calidad (aprovechable, de baja entropía), no es posible generar los bienes que satisfacen demandas humanas. Desde un punto de vista meramente físico, “el proceso económico no produce ni consume energía, solamente absorbe energía y la tira constantemente”(GR, 1970: 53), Y dada la imposibilidad del ser humano de crear materia o energía, la actividad económica está *per se* restringida a los niveles de entropía.

El proceso económico también puede describirse considerando las leyes de la termodinámica, como un proceso donde la energía entra en un estado de baja entropía y sale en un estado de alta entropía (Ibid: 54). Esto indica que el proceso económico es una fuente de entropía y en tanto más entrópico sea (es decir, utilice más energía y la arroje al final con muy baja calidad) se acortarán las probabilidades de crear valor económico (valor en el sentido de crear bienes al

servicio de la humanidad). No es casual que Georgescu insista en que la termodinámica es la física del valor económico y que afirme que el proceso económico es esencialmente de naturaleza entrópica.

Veamos de manera más puntual cómo actúan las leyes de la termodinámica en la restricción de materia disponible. Empecemos por señalar los dos estados posibles en que se encuentra la energía. Uno es el estado libre o disponible, el otro, el de energía indisponible o desordenada. La primera es aquella que se encuentra contenida en los elementos del universo, p.e. la energía contenida en el agua, en el petróleo, el sol, etc¹⁸, y que puede aprovecharse para algún proceso antropogénico. La segunda es energía procesada, utilizada y que permanece en la biosfera encarnando diferentes formas. Por ejemplo, el petróleo quemado en un motor de auto, aparece en forma de CO₂, de calor, de movimiento, etc. Como la tierra es un sistema abierto y la energía se mantiene constante (debido a la primera ley de la termodinámica), cuando ésta sufre transformaciones, baja la probabilidad de servir al ser humano.

Con los elementos hasta aquí expuestos, la ley de la entropía nos ha permitido reconocer que el mundo económico se subordina a la escasez de energía libre disponible y accesible para el ser humano. En otras palabras, el verdadero problema del proceso económico, es el continuo aumento de la escasez de baja entropía. Por tanto, estamos obligados a reformular el gasto energético en los procesos productivos antropogénicos.

El concepto de escasez que surge a raíz de este análisis, consiste en una escasez objetiva, material, que se debe al inevitable aumento de la entropía o reducción de materia susceptible de ser transformada en cosas útiles para el ser humano.¹⁹ Este concepto es radicalmente distinto al de escasez en términos de “medios limitados para satisfacer unas necesidades infinitas”, generalmente usado por los economistas (Carpintero Redondo, 1999: 146). Ellos hablan de escasez con propósitos de optimización de recursos monetarios. Su visión de proceso económico es de flujo circular, autoregulado, sin relación con el ambiente material, *ergo*, la escasez en esos términos significa recursos monetarios limitados. Por eso, en el enfoque tradicional domina el desarrollo de técnicas de minimización de costos y maximización de utilidades y ganancias.

La economía del flujo circular se cierra al mundo de los materiales que participan en la generación de la producción. Su abstracción simula el funcionamiento del mundo del dinero, ya que el dinero puede fluir de una economía a otra, de un sector a otro, sin sufrir alteraciones materiales. En este sentido, Georgescu tenía razón al decir que los economistas persuadidos de que la economía opera en un flujo circular, han sucumbido al peor de los fetichismos económicos, el fetichismo del dinero (GR, Ibid: 56).

Enfocar el problema económico a la relación producción humana y escasez de baja entropía, encuentra fuertes resistencias dentro de nuestra disciplina. Principalmente porque siempre hay incertidumbre sobre el tipo y magnitud de impactos que puede causar una acción sobre la naturaleza. Pero sería impropio negar la importancia de esta ley en la economía y para los problemas medioambientales, ahora que presenciamos pérdidas de biodiversidad, pérdida de reservas de petróleo de calidad. La contaminación de aguas que impiden la reproducción de la fauna acuática es patente, al igual que la reducción de áreas para cultivar alimentos debido a tierras sobreexplotadas que han acabado en la desertificación y en la improductividad.

La relación economía y entropía es aún más pertinente si admitimos que los casos mencionados antes, son resultado de acelerar la marcha de la entropía con la intervención humana. Aunque casi siempre se antepone el argumento de que la tecnología podrá revertir los daños, la tecnología sólo podría reciclar una cantidad menor de materia, de la usada originalmente, debido a que la transformación de la materia es irreversible. Al amparo de ese optimismo tecnológico, muchos economistas del *mainstream* consideran que el tema de la entropía preocupará sólo en el muy largo plazo.

Mientras tanto, la idea de que desarrollo significa el disfrute de más y mejores bienes por persona²⁰— ejerce su predominio bajo el auspicio ideológico de la economía del flujo circular. Desde luego, nuestra crítica no es en sí hacia la aspiración al desarrollo económico, sino a que éste se asocie a producir más y mejor basura. Georgescu sugiere un desarrollo con menor consumo de entropía, y de ahí su énfasis en el tema de la economía en estado estacionario.

En conclusión, asumir el carácter entrópico del proceso económico, nos pone ante el desafío de elaborar una economía de desarrollo, atendiendo a los principios de la termodinámica. Mientras, se han de tomar cautelosamente las supuestas soluciones a la escasez de baja entropía, como por ejemplo, el reciclaje, el progreso técnico o la apuesta por la energía solar debido a su abundancia. El reciclaje requiere una cantidad de baja entropía superior a la utilizada para crear el producto que se desea reciclar, ya que se trata de ordenar materia altamente procesada, y esto requiere más energía.²¹— Por su parte, la energía solar, se presenta como una alternativa al vaciamiento del stock de energía terrestre libre, pero hay que considerar los rezagos en tiempo para la adaptación del sistema productivo a las fuentes tecnológicas que suministran la energía solar.

El reto para los economistas es, en suma, la administración del consumo del stock de energía libre y aprovechable en la tierra. Con esto en mente, no puede soslayarse el carácter irreversible e

irrevocable del proceso económico. Para desarrollar métodos prácticos de utilización de recursos congruentes con la llamada escasez objetiva, empezemos por adecuar la comprensión del proceso de producción a la evolución y a la irreversibilidad de los materiales y energía contenidos en él²². GR nos ofrece un modelo llamado *modelo flujo-fondos de servicios* que responde a esos propósitos. Precisamente de él nos ocuparemos a continuación.

2.3 Un modelo alternativo de producción: el modelo de *flujo-fondos de servicios*, sus alcances y limitaciones.

El modelo de *flujo-fondos de servicios* representa un sistema productivo en estado estacionario. En el estado estacionario “los acervos físicos son constantes a un nivel correspondiente a algún concepto de eficiencia o madurez y el progreso consiste en incrementar la eficiencia final (..) Las leyes de la termodinámica estipulan un límite teórico al mejoramiento de la eficiencia de mantenimiento.”(Daly, Herman, 1974: 357)²³. El modelo flujo-fondos de servicios, se conduce bajo el supuesto de que la economía es un sistema insertado en otro sistema físico-químico biológico, por lo que el primero no puede exceder las dimensiones del segundo. GR trae las leyes de la termodinámica, como argumento para mostrar los límites del sistema natural. Por extensión, demuestra que también la economía está sujeta a tales límites. En ese marco, la producción en estado estacionario, es la más consistente con tales restricciones.

El desarrollo de la economía con estado estacionario no es ningún imposible para GR. Su trabajo rescata del museo del pensamiento económico el tema, a la par que abre una vigorosa beta de investigación en torno al asunto, apoyada en su enfoque termodinámico.

2.3.1 Categorías analíticas del modelo vs. las categorías convencionales.

Las categorías analíticas que aparecen en este modelo son básicamente dos: los flujos y los fondos de servicios. Los primeros son factores que se consumen totalmente al momento de entrar al proceso. El término “consumo”, significa que nada de la forma inicial de los insumos se conserva al final del proceso. Por su parte, los “fondos de servicios” entran y salen del proceso casi sin estragos, solo se gastan; pensemos en las máquinas y herramientas utilizadas en la producción de un refrigerador, que sólo prestaron un servicio, pero al final del proceso, su eficiencia permanece casi intacta.

Para probar el poder explicativo de estos conceptos, es necesario confrontarlos con las categorías analíticas convencionales de flujo y stock, comúnmente empleados en el análisis de la

producción. La antinomia principal entre las categorías de GR y las otras, reside en cómo se le da contenido a la acumulación y a la desacumulación de los propios factores.

En primer lugar, distingamos insumos o factores duraderos de los no duraderos. Esencialmente, aquellas cosas que requieren tiempo para ser consumidas son duraderas y las que no, son no duraderas. Los economistas asocian a los insumos duraderos, no sólo el concepto de factores usados continuamente, sino también el de factores desacumulados. Así, la desacumulación significaría convertir un stock en flujo y la acumulación, la acción de convertir un flujo en un stock. Flujo y stock, en este esquema son la misma cosa, solo que en diferentes estados, el flujo es un stock extendido en el tiempo. Y el flujo, al llegar a su destino, se convierte en stock. Como se observa, esta visión permanece atrapada en el mecanicismo.

En cambio, para GR lo duradero y lo no duradero corresponde a elementos separados y distintos el uno del otro. En su clasificación, esta posición es clara desde que asocia el insumo duradero a un fondo de servicio que se gasta, no se consume. El fondo está constituido por el número de servicios que puede dar una máquina, una herramienta, una tierra, etc.²⁴, siempre que se mantenga en condiciones óptimas de funcionamiento. El fondo no se desacumula eliminándolo o desapareciendo las partes materiales que lo constituyen (p.e. las partes de la máquina), sino a medida que disminuye el número de servicios que puede ofrecer (p.e. número de procesos productivos en que puede operar la máquina). El fondo no desaparece físicamente como lo haría el stock, sólo se gasta hasta ser inservible o convertirse en desecho. Puntalicemos la diferencia:

Diferencia entre la desacumulación de stock y de fondos de servicios.

1. Un stock se desacumula partiéndose materialmente en piezas hasta que la cosa que forma el stock desaparece.
2. Un fondo de servicio se desacumula gastándose a lo largo del tiempo, hasta que el artefacto que constituye el fondo se vuelve inservible.
3. La desacumulación del stock tiene lugar, si nosotros lo queremos, en un único instante. En cambio, la desacumulación de un fondo requiere forzosamente de tiempo.

Diferencia entre la acumulación de stock y de fondos de servicios.

1. Un fondo no se acumula guardando los servicios que potencialmente puede proporcionar.
2. Los servicios no se acumulan como los dólares en una cuenta de ahorros.

3. Los servicios sólo pueden ser usados o gastados.
4. El stock por el contrario, puede acumularse guardando piezas o agregando piezas, tal como ahorrar dólares en una cuenta bancaria.

En resumen, dentro del esquema convencional, flujo y stock son diferentes sólo en apariencia y es difícil decir cuál de las dos categorías representa insumos duraderos y cuál no duraderos. Así mismo, también se dificulta determinar cómo los factores transfieren sus propiedades en el proceso productivo. De ahí viene la importancia de aclarar la temporalidad de los insumos. GR con sus reconceptualizaciones intenta dar una salida vinculando el valor a las propiedades físicas con que participan los factores en el proceso, y hace hincapié sobre los problemas que crea confundir los conceptos.

Las definiciones convencionales de stock y flujo de servicios, dan la idea de que los servicios revisten una forma material en el producto, como si una parte material de la máquina que fabrica telas, -por mencionar un ejemplo-, estuviera en el lienzo de tela que produce. Es diferente decir que un servicio de la máquina hizo posible la fabricación de la tela, a decir que un objeto material de la máquina está en la tela.

La diferencia que aquí se establece, intenta resaltar la necesidad de valorar con precisión los insumos de la producción, de acuerdo a su durabilidad dentro del proceso. Y para ello, se proponen las categorías de flujos y fondos de servicio. Intuitivamente diríamos que la propuesta de GR, modificaría la manera como se calculan los costos de los factores. Hasta aquí, vimos la importancia de redefinir los insumos. Ahora siguiendo con la explicación del modelo, veamos cómo GR logra formalizar su maquinaria analítica.

2.3.2 Formalización básica del modelo de flujo-fondos de servicios.

En un sistema de producción en estado estacionario, los acervos de riqueza física (objetos) se mantienen constantes. Significa al mismo tiempo que la eficiencia de los artefactos, junto con el trabajo humano, se mantiene constante. Pero no se debe confundir estado estacionario con estado inalterado de la calidad de los factores. Los factores se desgastan simplemente por leyes de termodinámica. La idea que rescata el estado estacionario es la de mantenimiento o recuperación del desgaste.

En el modelo se distinguen dos tipos de agentes. Uno es el agente activo y el otro es el objeto de la acción del agente. El primero corresponde a los fondos de servicio (tierra, capital, fuerza

humana) y el segundo son los elementos de flujo (insumos de mantenimiento, materia prima, desperdicio, etc). En estado estacionario, los agentes activos deben mantenerse en condiciones óptimas de funcionamiento, casi intactos, listos para iniciar nuevos procesos. Por su parte, los objetos del agente tienen el papel de mantener en operaciones a los agentes activos de dos maneras: proveyéndoles mantenimiento o alimentándolos de insumos transformables (materia prima) (Ibid: 231, GR, 1974: 239)

Conviene en este momento reiterar la definición de flujo y fondo de servicio, para identificar cómo se corresponden con las definiciones de “agentes del proceso” y “objetos de los agentes”:

-Fondo de servicios: entra y sale del proceso con su eficiencia intacta. $S_i(t)$ = número de servicios que puede dar. Son los “agentes del proceso”.

- Flujo: Es consumido totalmente en el proceso y se representa como $E_i(t)$. Son el objeto de los agentes, es decir, son usados o activados por los agentes del proceso.

-Diferencia: El flujo se consume y el fondo se gasta.

La forma abstracta que comprende estos dos elementos de producción es:

T T

(5) { $E_i(t)$; $S_i(t)$ }

0 0

Ahora hagamos menos general la forma abstracta (1) especificando los elementos que cada uno de esos rubros contienen.

Fondos $S_i(t)$: Tierra ricardiana (L), capital físico (K), y fuerza de trabajo (H)

Flujos $E_i(t)$: Recursos naturales (R), como lluvia, energía solar, suelo, etc; insumos corrientes (I) como materiales que normalmente vienen de otro proceso de producción (por ejemplo el barniz para la fabricación de una mesa de madera, es generado en otro proceso). Insumos necesarios para mantener intacto el equipo de capital (M) p.e. lubricantes, pinturas, partes, etc. Flujo de producto (Q), que es el resultado deseado del proceso. Y finalmente, flujo de producto de desperdicio (W), el cual no es deseado inevitablemente se obtiene del proceso de transformación. (Ibid, 1971: 231)

T T T T T T T T

(6) [$R_0(t)$, $I_0(t)$, $M_0(t)$, $Q_0(t)$, $W_0(t)$: $L_0(t)$, $K_0(t)$, $H_0(t)$]

Como se ve, entre los $E_i(t)$, se encuentra un elemento de mantenimiento, el cual resguarda la operación correcta de los agentes activos o fondos de servicio. Sin embargo, en el mundo económico en el que escribió Georgescu –por cierto, aún vigente-, no es la obsolescencia física la que se considera para sustituir los factores, sino la económica. En ese sentido, la sustitución completa de los fondos de servicio, obedece a presiones de la competencia en el mercado. Las fuerzas de la competencia, impulsan el cambio tecnológico y éste actúa para favorecer la ampliación de la producción y abatimiento de costos que garantice niveles altos de rentabilidad. Es por eso que el aparato productivo asimila los progresos técnicos, aunque los prevalecientes no se hayan agotado físicamente.

El contacto de estos dos elementos (fondos y flujos) es lo que hace posible la producción. Los fondos de servicios, en tanto elementos activos del proceso, extraen las cualidades de los flujos para dar lugar al producto. En cualquier proceso, los insumos corrientes y los recursos naturales en calidad de materia prima, no se transforman en producto si no es por acción del capital (máquinas y herramientas), el trabajo humano o la tierra.

Podría objetarse el carácter activo de la tierra ricarciana, ya que es un elemento inerte, pero GR la ubica como fondo porque aprovecha (o activa) las cualidades de la lluvia y la energía solar en el proceso agrícola. Los recursos como agua y sol también deben ser contabilizados, sobre todo para efectos de no excluir ningún elemento participante en el proceso aunque éstos sean gratuitos en términos monetarios. La gratuidad o el “no costo económico” no justifica su exclusión, porque esa desconsideración nos lleva a asignar un valor incompleto a las cosas. La intención de GR es implicar a todos los elementos en la representación del costo, porque así y sólo así, se tiene la representación de un proceso en términos reales.²⁵—

Para reforzar la explicación sobre qué son los fondos, GR recurre a la definición de fuerza de trabajo de Marx. Esta es “la agregación de aquellas capacidades físicas y mentales existentes en un ser humano que él ejerce al momento de producir un valor de uso de cualquier tipo”²⁶— Marx afirma que el trabajador participa en el proceso productivo con todos sus muslos, nervios, cerebro, etc.; nunca dice que el trabajo humano sea consumido. De él dice que es usado y que participa en el proceso de producción con el total de sus componentes (el trabajador, con todo su cuerpo, nervios, cerebro, etc.). Esta es la gran coincidencia con la definición de fondos de servicios de GR.

Ahora podemos reunir todos los elementos de flujo y de fondo en una función de producción:

T T T T T T T T

$$(7) Q(t) = F [R(t), I(t), M(t), Q(t), W(t); L(t), K(t), H(t)]$$

0 0 0 0 0 0 0 0

La fórmula (7) es una función de funciones, delimitada temporalmente en el espacio de 0 a T donde ocurren una serie de procesos elementales²⁷ (en el espacio de 0 a T se pueden dar varios procesos elementales en un rango de 0 a t, por ejemplo. Donde $t < T$). Lo que aquí tenemos, es una representación ampliada de la forma (4) de la sección 2.2.1.

2.3.3 Especificación del modelo de estado estacionario en una unidad de producción.

Ahora parece momento de aterrizar el modelo en un sistema de producción concreto, por ejemplo, un sistema de fábrica. Es fácil relacionar un sistema fabril con el estado estacionario, pues una vez que la fábrica está en orden, sólo se procura que todos los fondos se conserven en buenas condiciones de trabajo (Ibid: 238).

En virtud de que el proceso que se describirá está inserto en un contexto de estado estacionario, se elige arbitrariamente su duración. Un primer supuesto es el supuesto de continuidad perenne, el cual implica que “un conjunto de procesos elementales está iniciando a cada instante del tiempo y que, por necesidad, todos los elementos de flujo son entidades continuas” (Ibid).

$$(8) R(t) = rt, I(t) = it, M(t) = mt, Q(t) = qt, W(t) = wt$$

La expresión (8) denota que las coordenadas de los flujos son funciones lineales homogéneas de t. Lo mismo aplica a las coordenadas de los fondos.

Por el lado de los fondos, aparecerá una subdivisión más específica de los mismos:

1. Inventarios: regulan las fluctuaciones inestables, como el número de accidentes en el proceso de producción y en el ritmo de ventas. Incluye a los elementos de flujo I, M, Q y W. Lo denotamos con S.
2. Los fondos en proceso: son todos los subproductos previos al producto final único, p.e. el vidrio fundido, en la fábrica que produce vasos, los componentes de un radio, para una fábrica de radios, etc. Lo denotamos con \bar{C} . Sin \bar{C} , ningún proceso fabril se completa.

Los fondos en proceso vienen de una primera combinación de los flujos y los fondos iniciales (al momento de empezar el proceso). Distinguir a los \bar{C} es un paso importante para conocer todas las fases del proceso. Los inventarios son cosas creadas durante otros procesos elementales y

participan únicamente cuando el proceso en marcha sufre perturbaciones (pérdidas de producto durante el proceso, por ejemplo).

Tenemos entonces que los fondos de servicios serán el siguiente conjunto:

$$(9) L(t) = L_t, K(t) = K_t, S(t) = S_t, C(t) = C_t, H(t) = H_t$$

Tanto (8) como (9) se integran en la función general y abstracta de producción, que viene de (7). Así vamos refinando la representación analítica de la producción, hasta que con ella se pueda expresar “el catálogo de todos los procesos de fábrica por los cuales los mismos productos pueden ser obtenidos con los mismos factores” (Ibid, 240), que es el propósito de GR:

T T T T T

$$(10) (q_t) = G_t[(r_t), \dots, (w_t); (L_t), \dots, (H_t)]$$

0 0 0 0 0

La diferencia entre (7) y (10), es que ésta última representa los flujos como una tasa temporal y los fondos se expresan como el tamaño del fondo requerido en el tiempo que dura el proceso.

(10) establece “una relación únicamente entre los coeficientes de t en las funciones (11) y (12). En otras palabras, la funcional en este caso degenera en una función de punto ordinaria” (Ibid: 240), lo cual se expresa de la siguiente manera:

$$(11) q = F(r, i, m, w; L, K, S, C, H)$$

Pero si deseamos ubicar la funcional en un intervalo de tiempo arbitrario, la variable t debe aparecer explícitamente.

$$(12) q_t = \varphi (r_t, \dots, w_t; L_t, \dots, H_t, t)$$

La función φ de (12), es una función homogénea de primer grado con respecto a todas sus variables, esto es, incluyendo t. Por consiguiente, es posible escribir la siguiente identidad:

$$(13) \varphi \equiv tF$$

La gran diferencia de la identidad a la que llegamos en (13), respecto a la representación neoclásica, es que φ es una funcional²⁸, no un vector ordinario. Si el elemento tiempo no está explícito, como en la función (11), la representación no lograría expresar cómo se comportan en

el tiempo los diferentes elementos de la producción. La importancia de explicitar el tiempo reside en que, de otra manera, no podríamos determinar las dimensiones apropiadas del sistema de producción.

El modelo de GR muestra que al establecer las relaciones entre los factores, uno puede estar capacitado a determinar el tamaño óptimo del sistema. A su vez esto significa determinar las cantidades de factores necesarias para la producción que se desea generar. A continuación presentamos las consideraciones que hace GR para sentar las bases del modelo de producción con esas características y partimos de descomponer (11) en múltiples elementos, que juntos, constituyen un reflejo más fiel de lo que hace el sistema de producción²⁹.

1. Se descompone (11) en dos elementos:

$$(14) q^* = G(L, K) \text{ y } H^* = H(L, K).$$

Donde q^* representa la tasa máxima de flujo de producto que la fábrica tiene capacidad de sostener si es propiamente aparejada con H^* (H es el elemento humano)

2. La tasa actual del flujo de producto depende de la calidad, así como también, de la cantidad de personal empleado. Por tanto, reemplazamos (14) por:

$$(15) q = f(L, K, H) \leq q^*$$

Esta relación no debe confundirse con la forma convencional neoclásica. Si $q < q^*$, q no necesita (y usualmente no lo hace) decrecer en tanto L y K disminuyan y H se mantenga constante.

3. Los otros fondos de factores S y C , se determinan también por los mismos fondos básicos, L, K, H . Por tanto tenemos:

$$(16) S = S(L, K, H), C = C(L, K, H)$$

La cantidad necesaria de inventarios y fondos en proceso depende de la combinación de los fondos básicos, ya que la demanda de S y C dependerá de la eficiencia de esa combinación. En tanto L, K, H sean de mayor calidad, menos inventarios se requerirán. Y mientras menos procesos elementales estén inmersos en el proceso global, menos fondos en proceso se generan.³⁰

4. Dado que estamos construyendo un sistema de producción en estado estacionario, el flujo de mantenimiento (m) debe ser igual al flujo de desperdicio de los fondos de capital y trabajo que serán mantenidos en virtud de la ley de la conservación de la materia y la energía. Así, estamos haciendo:

$$(17) m = m(K, H), w_1 = m \quad 31$$

Estas relaciones también toman en cuenta el hecho de que el capital puede ser usado más o menos intensivamente de acuerdo al tamaño de la fuerza de trabajo empleada.

5. De acuerdo con la misma ley de conservación de la materia y la energía, deberá existir, en cada caso, alguna relación entre los otros flujos de insumos y productos.

$$(18) q_t = g(r_t, i_t, w_2 t)$$

Donde w_2 denota la tasa de flujo de aquél desperdicio que surge únicamente de la transformación de los insumos en el producto deseado. (18) debe ser cierta para cualquier valor positivo de t , y por tanto, la función g debe ser homogénea de primer grado. Esto no necesariamente significa que duplicar el producto, implica forzosamente duplicar el desperdicio. Para doblar el producto de (18), necesitaremos otra combinación de los fondos (L, K, H), es decir, un nuevo sistema fabril que, usualmente, no genera el doble de w_2 porque siempre se procura aumentar la eficiencia. La eficiencia de una “receta” de producción (sistema de producción), tiene una relación inversa con la cantidad generada de w_2 : A menor w_2 , mayor eficiencia. De ahí que la combinación de los fondos más eficiente es aquella que minimiza w_2 .

$$(19) w_2 = w_2(L, K, H)$$

6. Finalmente, se sustituye (19) en (18) y obtenemos:

$$(20) q_t = g(r_t, i_t, w_2(L, K, H))$$

En conjunto, todas las funciones desplegadas desde los puntos 1 al 6, constituiría la representación adecuada de un sistema de producción. Esto confirma que la representación mediante una única función es absolutamente insatisfactoria. Así, “el catálogo de todos los sistemas fabriles que producen los mismos productos con los mismos factores (flujos y fondos) consiste no sólo de una, sino de cinco funciones básicas (...)”³² (GR, Ibid: 243).

Lo interesante de este modelo es la introducción de un criterio claro de eficiencia en el sistema de producción, dado por la variable w_2 . Una de sus conclusiones más trascendentes es que con minuciosas explicaciones del papel que desempeñan cada uno de los elementos y la relación que éstos guardan entre sí, refuta el supuesto de sustituibilidad perfecta de los factores. Es decir, considerando K_i y K_a , las cualidades “i”, del capital K, no pueden ser sustituidas ni siquiera por las cualidades “a”, aunque se trata del mismo factor. Lo mismo aplica para los factores L y H. Esto rompe con el esquema de homogenidad de los factores que sostiene la teoría neoclásica, en el que la cualidad del proceso productivo está oculta bajo el velo de los precios.

Otra conclusión importante, es que GR ha resaltado que la producción en estado estacionario no es una curiosidad en el estudio de la economía, sino que tiene grandes ventajas para tratar temas considerados meramente económicos, por ejemplo: la eficiencia del sistema de producción, disminución de la capacidad ociosa y reducción de costos de producción.

Por último y para cerrar este capítulo, diremos que las contribuciones de GR, deben ser contextualizadas en un marco de políticas económicas; de tal manera que sus aportaciones teóricas prueben su poder al momento de aterrizar en un plano más concreto y real.

Conclusiones.

Este capítulo fue un esfuerzo de comprensión de las contribuciones de GR al análisis de la interacción economía y naturaleza. Para justificar la real necesidad de un marco teórico económico ambiental alternativo, primeramente se discutió la crítica epistemológica que GR vertió sobre la teoría estándar. En su crítica a la representación teórica del proceso productivo, revela que el supuesto implícito de sustitución perfecta de los factores, impide comprender los efectos de los cambios cualitativos en dicho proceso. Georgescu se encarga de mostrar las limitaciones que este supuesto impone en la comprensión del proceso productivo que la teoría se propone explicar. En principio, el autor demuestra que la sustitución perfecta de los factores desconoce la función única que cada factor de la producción desempeña en el proceso.

De acuerdo con GR, la teoría permite esta inconsistencia porque desconoce el carácter físico de los factores, así como también ignora que el proceso de producción consiste básicamente de la transformación de factores físicos en cosas físicas. Considerar estos dos hechos daría a la teoría una base epistemológica. Sin embargo, la estructura analítica de la teoría estándar no puede integrar o agregarlos sin que sus propios fundamentos se vengan abajo. Y esto lo sostiene GR evidenciando el mecanicismo de la teoría, carácter que la lleva a representar todos los procesos económicos como reversibles. La dinámica de flujo circular de la teoría (que responde a leyes mecánicas y supone reversibilidad de los procesos) no satisface la comprensión de un proceso de transformaciones físicas que se rigen por la segunda ley de la entropía.

A partir de este razonamiento, el autor abandona la teoría estándar y construye un modelo propio de proceso productivo epistemológicamente sostenido y que incluye los cambios cualitativos en los factores durante el proceso. Dadas estas características, la propuesta teórica de GR, presume una efectividad razonable para tratar el problema económico ambiental. Algunas de las razones son las siguientes: 1) porque reconoce la base material del proceso económico; 2) al identificar la función de cada uno de los factores de la producción, resignifica el papel de los recursos naturales en el proceso; 3) porque al utilizar la ley de la entropía como herramienta analítica, nos advierte la pérdida de capacidad de uso de los factores a medida que son empleados, por lo que se les considera finitos. Al incorporar esta ley –ley de entropía-, se obtiene un argumento científico para afirmar que el sistema de producción económico está condicionado por límites biofísicos.

De este marco analítico se desprende un duro cuestionamiento a la idea de crecimiento económico como objetivo para lograr el bienestar social. Las altas tasas de extracción de recursos naturales y contaminación que genera la expansión económica continua y la irreversibilidad de esos daños, alejan el fin de un mejor disfrute de la vida de la sociedad humana, lo cual en apariencia toda teoría económica procura satisfacer. También, nos lleva a reconocer la necesidad de compatibilizar la producción con los ritmos de regeneración y absorción de la propia naturaleza, para no sobrepasar su capacidad de carga. En otras palabras, significa que la economía es un subsistema del sistema de recursos naturales y también que, dada la subordinación de la economía a límites biofísicos, la posibilidad de estirar esos bordes con desarrollo tecnológico, no existe.

Los aportes de GR, recuerdan la importancia de temas tales como los límites al crecimiento económico, el crecimiento en estado estacionario y la ética de distribución intergeneracional de

recursos naturales. En la obra de nuestro autor, estos temas están implícitos en su propuesta de bioeconomía, la cual trataremos en el siguiente capítulo desde una visión crítica.

1 Randolph Beard y Gabriel Lozada (1999), resaltan que GR gozaba de gran reputación como economista matemático y que, “gracias a sus credenciales neoclásicas” fue escuchado por economistas *mainstream*, del calibre de Samuelson.

2 Reiteramos que al decir “economía estándar” nos referimos a aquella que surgió de la corriente marginalista, cuyos fundadores fueron Stanley Jevons (1835-1882), Karl Menger (1840-1921) y el francés León Walras (1834-1910).

3 Citado en Georgescu-Roegen, *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Economic Essays*, Pergamon Press, New York/Toronto/Oxford, 1976, p. 236.

4 Herman Daly (1999:16), muestra cuan burda puede ser la función de producción Cobb-Dogulas así: “(..) podríamos decir que la receta de Solow (*en alusión a la función Cobb-Douglas*) lleva a hacer un pastel únicamente con el cocinero y su cocina. No necesitamos harina, huevos, azúcar y demás, o electricidad o gas o incluso leña. Si queremos un pastel más grande, el cocinero sólo debe batir más rápido en un recipiente más grande y cocinar el recipiente vacío en un horno más grande (..) Nada indicaría que la cocina tenga que limpiarse porque la receta de producción no genera nada de basura. (..) Más que eso, podemos hacer, no sólo un pastel, sino cualquier tipo de platillo (..) sin preocuparse de las diferencias cualitativas de los ingredientes o incluso de las cantidades de ingredientes”.

5 Según la opinión de Daly, esta fue una concesión que Solow y Stiglitz hicieron a las críticas de GR. Ver “How long can neoclassical economists ignore the contributions of Georgescu-Roegen?”, en Mayumi Kozo, *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, Inglaterra, 1999, p. 16.

6 Así mismo podemos invertir la secuencia de hechos y decir que si $K \rightarrow \infty$, entonces R será extraída rápidamente por la producción de capital. El resultado sería el mismo.

7 Estructuras lógicas de pensamiento

8 Mas-Colell, Andreu, Michael D. Whinston, and Jerry R. Green, *Microeconomic theory*, New York : Oxford University, 1995. Este es un libro de economía estándar y lo traemos a colación, para corroborar que aquello que Georgescu criticó hace más de treinta años, persiste en nuestros días, incluso se sigue enseñando como verdad a los nuevos aprendices de economía.

9 Menger decía que “usualmente se corresponde, no un bien particular, sino una cantidad de bienes, no una necesidad concreta, sino un conjunto de tales necesidades”. Citado por GR, 1966, p. 197.

[10](#) GR comenta que la literatura estándar hace mención de este principio pero sólo indirectamente y como ejemplo de ello toma la afirmación de Jevons (citado en GR, 1966: 196) de que “los placeres en nada difieren sino en continuidad e intensidad”. Por tanto, “los motivos y sentimientos son ciertamente del mismo tipo, al grado que seamos capaces de pesarlos uno contra otro; pero son, sin embargo, casi incomparables en poder y autoridad”

[11](#) Aristóteles, *Ética Nicomáquea*, citado en GR, 1966 p. 191.

[12](#) Ibid, p. 192

[13](#) Georgescu Roege, “Dynamic models and economic growth”, (1974) incluido en *Energy and economic myths. Institutional and Analytical Economic Essay*. Pergamon Press, 1976. p. 239.

[14](#) Este argumento de reversibilidad e irreversibilidad será ampliamente abordado en el siguiente apartado.

[15](#) En conclusion, esta primera ley señala que “la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma”, lo cual significa que la energía puede transformarse de un estado a otro (por ejemplo de energía en movimiento a energía eléctrica, de luz solar en alimentos, etc.) pero ni se crea ni se destruye en el proceso de modificación.

[16](#) Todos los procesos biológicos que se dan en la naturaleza consumen energía y eso aumenta por sí solo el grado de entropía.

[17](#) Georgescu está convencido de que el tiempo en sentido evolucionista, describe los fenómenos no sólo biológicos y físicos, sino también sociales y de toda índole. Por eso dirige una crítica puntillosa a las áreas del conocimiento que se empeñan en mantener la visión del tiempo mecánico (dogma mecanicista), ya que, nos dice, “entonces la ciencia tiene que admitir que el reverso de la vida es factible” (Ibid: 83)

[18](#) GR también subraya que el ser humano puede tener acceso a dos formas de energía libre, una que se encuentra en stock (p.e. los minerales) y otra, es la energía en forma de flujo (p.e., el flujo de radiación solar) (Ver, GR, 1976: 57)

[19](#) La escasez objetiva tiene que ver con los límites biofísicos, que, una vez encontrados, no permitirían la vida en el planeta . Como señala Oscar Carpintero “(..)Esta escasez depende de factores biofísicos (carácter limitado de la energía y los materiales incorporados en los recursos) y, por lo tanto, está al margen de las preferencias reveladas por los agentes”. (Carpintero Redondo, Oscar, 1999b, p. 82 y 144).

[20](#) Esta idea viene de las teorías de crecimiento y desarrollo, lideradas por Solow, principalmente.

[21](#) Supongamos un cubo de hielo que se derrite. La materia se disipó entre vapor y líquido. Se requerirá una mayor cantidad de energía que la utilizada para hacer el cubo de hielo inicialmente, porque ahora es necesario volver a captar las partículas que se disiparon en dos formas de materia. Apliquemos el mismo principio para cualquier tipo de reciclaje, reciclar, por ejemplo, los componentes de una computadora, demandaría cantidades energéticas mucho mayores que aquellas empleadas para producir la computadora.

[22](#) A raíz de este enfoque se abre una rica beta de investigación en temas controvertidos: crecimiento vs. desarrollo; cuestionamiento a la tasa de descuento de bienestar intergeneracional (que se considera siempre positiva en el enfoque neoclásico. Ésta subestima los efectos sistémicos del cambio de la calidad en la materia que afecta directamente el bienestar en una sociedad); cambios en la contabilidad de los recursos usados en el proceso y de los residuos de un proceso productivo, entre otros.

[23](#) Esta es la definición de Estado estacionario que presenta Herman Daly. La definición bien puede aplicarse a una unidad de producción, como lo hace GR con su modelo de flujo fondos de servicios.

[24](#) La tierra, las máquinas y las herramientas, son ejemplos de fondos de servicio.

[25](#) “El asunto de qué tiene y qué no tiene valor, no debe estar prejuiciado –como ha sido generalmente- para una representación en partes de un proceso en términos reales” (GR, Ibid: 232)

[26](#) Marx, *El Capital*, I, p. 189, y 622. citado por GR, 1971, p. 233.

[27](#) Un sistema de producción se constituye por un número de procesos elementales (ver sección 2.2.1)

[28](#) Una funcional es una función cuyo dominio o argumento son varias funciones.

[29](#) Los siguientes puntos enumerados, son una síntesis que pretende ordenar la explicación de GR, la cual viene en las páginas 241-244 de su trabajo de 1971. Todo lo que es posible traer textualmente, está puesto así.

30 Es debido señalar que la cantidad de C de un proceso está ligada a la naturaleza o giro productivo. Es decir, la producción de computadoras genera más C que la fabricación de sillas de madera. Pero una comparación tal no puede ser el criterio de eficiencia del proceso. Más bien, el número más reducido de C en procesos del mismo giro es lo que califica al proceso como más eficiente.

31 w_1 es el desperdicio que se genera por la interacción de flujos y fondos de servicio.

32 El listado de funciones sería: (15), (16), (17), (19) y (20)

Capítulo 3: La bioeconomía de GR: sus lineamientos y limitaciones.

Introducción

La comprensión de las importantes implicaciones de la ley de la entropía en los procesos económicos, conduce a reflexionar sobre lineamientos normativos que impulsen un estilo de economía de baja entropía. GR no evadió esta tarea y en 1972, en su texto *Energy and Economic Myths*, presentó un programa mínimo de bioeconomía.

Los lineamientos del programa mínimo de bioeconomía, son más que nada una apuesta de cambio social basada en la ética ecológica. Consideramos que ese es un acierto. Sin embargo, la factibilidad de la bioeconomía propuesta por Roegen, debe ser discutida en un marco más amplio. En ese sentido sugerimos discutir su viabilidad en el contexto de la racionalidad económica capitalista, la cual opera en la mayoría de las economías del mundo actual. Hay una razón más que justifica este abordaje: el modo de producción capitalista ha acelerado la marcha de la entropía como en ninguna otra etapa histórica. Es decir, la degradación y la contaminación ambiental derivada de los procesos económicos en la etapa capitalista, ha adquirido niveles inusitados en toda la historia de la humanidad.

Con esto en mente, en el presente capítulo evaluamos los alcances del programa bioeconómico en un contexto de economía de mercado capitalista. Tomamos de referencia dos de las columnas de la bioeconomía de GR: las asimetrías energéticas y el exceso de consumo exosomático. Las asimetrías energéticas significan que, frente a la disponibilidad de dos tipos de energías, una que es finita (mineral) y la otra que es renovable (solar, viento, etc), la preferencia de la humanidad ha sido por las energías finitas y no por aquellas más abundantes. Por su lado, el exceso de consumo exosomático se entiende como la adicción de la humanidad por artefactos no fundamentales para la sobrevivencia.

El presente capítulo se compone de tres apartados. En el primer de ellos, exponemos brevemente el programa mínimo de bioeconomía y los principios que lo rigen. El segundo y el tercero argumentan por qué el programa roegeniano puede encontrar importantes obstáculos en la sociedad capitalista. Con esa intención, en el segundo apartado explicamos que la dependencia de las sociedades actuales sobre la energía de stock, no ocurre sólo por la adicción del ser

humano a los productos que la industria genera con ella –como sostuviera insistentemente GR-. Más bien, se trata de una energía funcional para la lógica de producción capitalista. De ahí su empleo masivo. En el tercer apartado, se trata de mostrar si el comportamiento consumista es estimulado por la propia lógica del sistema económico vigente. Estas dos últimas secciones intentan advertir los obstáculos que encuentra un programa bioeconómico en las economías contemporáneas y, así, definir estrategias más efectivas para su asimilación.

3.1 Los lineamientos del programa de bioeconomía.

A lo largo de la obra de GR, podemos observar cómo sus pasos se encaminan hacia la construcción de un programa de bioeconomía¹, fundamentado en la comprensión de las relaciones sistémicas entre la naturaleza y la economía. Las leyes de la termodinámica; así como también el carácter evolutivo del proceso económico, actúan como mediadores analíticos en el estudio de esas relaciones.

No obstante, es hasta su texto *Energy and Economic Myths* (1972 y otra versión de 1975) donde encontramos una mención expresa por nuestro autor del término “bioeconomía” y donde por vez primera plantea un “programa mínimo de bioeconomía” (Ibid.,: 369). En ese documento GR sostiene con firmeza que es el ser humano la única especie que ha rebasado sus límites biológicos, convirtiéndose así en una desbordada fuente de conflicto social:

La evolución del hombre trascendió los límites biológicos para incluir también (principalmente) la evolución de instrumentos *exosomáticos*, p.e. de instrumentos producidos por el hombre, pero que no parten de su cuerpo. (..) La evolución exosomática trajo a la especie humana dos cambios fundamentales e irrevocables. El primero es el irreducible conflicto social que caracteriza a la especie humana. De hecho, hay otras especies que también viven en sociedad, pero que están libres de tal conflicto. La razón es que sus <<clases sociales>> corresponden a un corte claro en la división biológica. (..) El segundo cambio, es la adicción del hombre sobre los instrumentos exosomáticos. (..) Es debido a esta adicción que la sobrevivencia de la humanidad presenta un problema enteramente diferente del de las otras especies. Este no es solamente biológico, ni únicamente económico. Es bioeconómico. (GR, 1975: 369)

La posición de GR trae de nuevo a discusión la idea de que la preservación de la humanidad está subordinada a las leyes biofísicas. Esta es una idea contraria a la ya muy extendida idea de que la

humanidad puede someter absolutamente las leyes de la naturaleza a su servicio. En sí misma, la posición roegeniana, exigiría establecer criterios normativos sobre el manejo de los recursos naturales. Los principios rectores de tales criterios recogen las conclusiones a las que arribó GR: no hay sustitución de factores, es decir no se puede sustituir capital por naturaleza y, por otro lado, los procesos de transformación de la materia son irreversibles. Siguiendo esas conclusiones, Georgescu sugiere que el proceso económico imite al proceso biológico; esto es, consumir sólo lo que puede regenerarse y depositar sólo los desperdicios que la naturaleza pueda absorber. Es esto lo que significa la bioeconomía. La contaminación y la degradación ecológica son manifestación de una práctica regida por principios contrarios a los de la bioeconomía, los cuales son: exceder las cuotas de consumo y desperdicios que el medio ambiente puede soportar.

En los debates actuales sobre sustentabilidad, la posición bioeconómica de GR está asimilada en el concepto de sustentabilidad fuerte. Este concepto se enfrenta a aquél de sustentabilidad débil apoyado por el principio de sustitución entre capital y naturaleza. El concepto de sustentabilidad débil, implica “mantener el total de capital intacto, sin importar la composición de los cuatro diferentes capitales (capital natural, capital hecho por el hombre, capital social y fuerza de trabajo –humano-)” (Goodland R. y Daly H., 1996: 1006) Esta noción aceptaría que los diferentes tipos de capital son perfectamente sustituibles. Pero como GR nos enseñó, ningún proceso productivo podría llevarse a cabo con el sólo concurso de las máquinas. Tampoco únicamente máquinas y fuerza de trabajo, lograrían el propósito de generar cosas. Se requiere la materia prima (recursos naturales) que será transformada con las fuerzas de las máquinas y el trabajo humano. Esta materia prima, son recursos naturales; otras veces, son recursos naturales venidos de otro proceso (es decir, ya transformados). De alguna manera, el proceso de producción deberá alimentarse de insumos provenientes de la naturaleza². De hecho, la misma creación de maquinaria, demanda insumos naturales. Piénsese en las computadoras, que llevan silicio (elemento natural) en su software.

Por su parte, la llamada sustentabilidad fuerte, consiste en mantener las cantidades presentes de los diferentes tipos de capital. Este concepto, se respalda en el principio de complementariedad entre los diferentes tipos de capital, consistente con la visión roegeniana. La asimilación de este concepto significaría que todo gasto o consumo de alguno de los capitales, debiera ser restituido con ese mismo capital. Así, cuando se gastan recursos no renovables, las ganancias por su extracción deberían invertirse en asegurar que las futuras generaciones dispongan del servicio que proveen esos recursos (p.e. toda extracción de hidrocarburos, debería tener su contraparte en inversión en otras fuentes energéticas, para que las siguientes generaciones no carezcan de energía).

El criterio de sustentabilidad apoyado en el principio roegeniano (Goodland y Daly, Ibid), ha dado lugar a un interminable debate sobre las condiciones que garantizarían esta sustentabilidad. En él se incluyen temas socio-políticos y hasta culturales. De hecho, los discípulos de GR (entre ellos se encuentran Herman Daly, Robert Goodland, Paul Ehrlich, Martínez Alier y Oscar Carpintero Redondo) que lo rescataron del ostracismo académico, pusieron a debate la ley de la entropía como criterio orientador para el uso de los bienes de la naturaleza (Carpintero, Oscar, 2000: 16). Nuestro autor, sin embargo, evitaba el dogma energetista³ que condenaría al enfoque bioeconómico a un problema de cálculos. En lugar de ello, le interesa una ética de la explotación de los recursos. En su programa mínimo de bioeconomía, vacía esta preocupación. A continuación reproducimos textualmente los puntos que abarca dicho programa (GR, 1975: 374-378):

1. La producción de todos los instrumentos de guerra, no solamente la guerra en sí misma, deberían prohibirse totalmente.
2. Las naciones subdesarrolladas deberían ser ayudadas a arribar tan rápido como sea posible a una buena vida (no lujosa).
3. La humanidad debería disminuir gradualmente su población a niveles que hiciera posible una alimentación adecuada, a través de agricultura orgánica únicamente.
4. Hasta que el uso directo de la energía solar llegue a ser de conveniencia general, o la fusión controlada sea alcanzada, todo el desperdicio de energía debería ser evitado cuidadosamente.
5. Debemos curarnos a nosotros mismos de la mórbida pretensión de ornamentos extravagantes. Entonces, las manufacturas tendrán que parar de fabricar tales “bienes”.
6. Debemos deshacernos de la moda, “esa enfermedad de la mente humana”. Que los bienes sean manufacturados para ser más duraderos y reeducar a los consumidores para rechazar la moda.
7. Relacionado con el punto anterior es la necesidad de que los bienes duraderos sean hechos para ser aún más duraderos y diseñarlos para que puedan ser reparados.
8. En armonía con los pensamientos anteriores, deberíamos cuidar de no caer en “el círculo vicioso de la máquina de rasurar”. Esto es, rasurarnos más rápido para tener más tiempo de trabajar en una máquina que rasure más y más rápido y así hasta el infinito. Debemos darnos cuenta de que un prerrequisito importante para una buena vida es una cantidad sustancial de ocio dedicado de una manera intelectual.⁴ Gergescu Roegen en este punto se está refiriendo al ocio como una ética de uso de los recursos naturales, en tanto que

disminuir el tiempo de trabajo es en sí disminuir la producción. La reducción de la producción reduce la extracción y uso de la naturaleza.

Hay en este programa, la propuesta de un comportamiento social ético, fundado en el principio del disfrute de la vida, que permita a las próximas generaciones gozar de los medios básicos para la sobrevivencia. De este programa se desprende una ética de responsabilidad intergeneracional. Así mismo, destaca el rechazo a la institucionalización acrítica de la industrialización sobreexplotadora de recursos naturales como paso obligado hacia el desarrollo.

Sin embargo, habría que añadir que la conducta social y estilo de desarrollo que rechaza la bioeconomía, forma parte de la racionalidad económica del sistema social dominante: el capitalismo. Esta acotación es pertinente, toda vez que el sistema de producción capitalista ha generado los mayores índices de entropía (contaminación y degradación ecológica) en un breve arco temporal, como en ningún otro sistema de producción histórico. Por tanto, parece importante preguntarse si el programa de bioeconomía de GR puede adaptarse a la racionalidad capitalista. Una manera de indagarlo es revisando el tipo de uso que se hace de las energías disponibles y el tipo de consumo social que se propicia en este sistema social de producción.

3.2 Los límites del programa de bioeconomía: las asimetrías en el uso del stock energético: problemas particulares en una economía de mercado capitalista.

Las fuentes de baja entropía, de acuerdo con GR son tres: la energía libre recibida del sol, la energía libre y las estructuras materiales ordenadas almacenadas en la corteza de la Tierra (energía en stock) (GR, 1975: 369). Cuando el autor habla de asimetrías energéticas, considera el uso desequilibrado e irracional que la humanidad hace de estas tres fuentes. De manera resumida se expresarían así las asimetrías:

- 1) Asimetría debida a la una utilización exhaustiva de la energía finita y mínimo empleo de las energías más abundantes. Aquí se refiere a que la sociedad debería extender el uso de la energía de flujo que es más abundante y además renovable (p.ej. la solar), en lugar de las energías minerales que no se reponen.
- 2) Asimetría propiciada por el empleo del recurso energético más contaminante, cuando hay otros energéticos menos dañinos. En ese sentido la energía mineral es mucho más contaminante que las energías de flujo (básicamente solar) y, sin embargo, éste no ha sido criterio suficiente para usar energía de flujo.
- 3) Asimetría surgida por la tendencia a consumir el stock, sin tener en cuenta que el ser humano es incapaz de incrementar los volúmenes existentes de energía en el planeta. La incapacidad

humana a la que se refiere GR, está indicada por la ley de la termodinámica que señala que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

En el cuadro 3.1, se presentan las seis asimetrías energéticas planteadas por nuestro autor:

Cuadro 3.1

Las seis asimetrías energéticas según GR
1) El componente terrestre de energía es un stock, mientras que el componente solar es un flujo.
2) Ningún procedimiento práctico está disponible a escala humana para transformar energía en materia. Por lo tanto, la materia accesible de baja entropía es, por mucho, el elemento más crítico desde el punto de vista bioeconómico.
3) Existe una diferencia astronómica entre la cantidad de energía de flujo solar y el tamaño del stock de energía libre terrestre.
4) Desde el punto de vista industrial, la energía solar tiene una inmensa desventaja en comparación con la energía de origen terrestre.
5) La ventaja de la energía solar, se debe a que es una energía libre de contaminación.

Georgescu explica que esta tendencia a hacer un uso asimétrico de las fuentes de baja entropía se debe al consumo excesivo de la sociedad. Habla de una "preferencia de la humanidad" por los energéticos finitos y más contaminantes, porque la industria productora de todos los bienes que la sociedad demanda, funciona a base de ellos. Tal manera de plantear el asunto, podría hacernos creer que dicha preferencia ha existido desde la aparición del humano sobre la tierra. No es así. En las *Ciudades Antiguas, el ser humano se servía de las Energías bióticas como el agua, el sol, la madera, etc.* (Altvater, 2004), 195. "preferencia" por las energías minerales sucede en la sociedad industrial moderna.

Por tanto, el programa bioeconómico de uso energético, conminaría a eliminar las asimetrías en el empleo de energías. Sin embargo, en la economía capitalista existen barreras para establecer

ese plan. Esto se puede comprender explicando por qué en este modo social de producción se da la preferencia por la energía mineral, específicamente fósil.

En la economía de mercado capitalista, es fundamental reducir el tiempo de circulación del dinero, porque ello favorece a la acumulación, objetivo primordial del sistema. Cuando el capitalista llega al mercado con una cantidad de dinero y compra con él fuerza de trabajo y medios de producción, está listo para empezar la actividad productiva. El desarrollo de la ciencia y la técnica, así como la disponibilidad de insumos que agilicen la producción, definirán la duración del proceso de circulación. Una vez obtenida de la esfera de la producción la mercancía valorizada –con plusvalor–, ésta se lanza al mercado para su venta. La existencia de medios de comercialización, como infraestructura de transporte y cualquier otro medio que acerque la mercancía al comprador, contribuirán a reducir el tiempo en que el capitalista obtenga el dinero que porta el plusvalor.

Las energías fósiles son consistentes con la reducción del tiempo de circulación. Su gran cualidad es que pueden usarse en cualquier temporada y espacio. De modo que al constituirse en insumo clave de la producción, liberan a ésta de los límites temporales y geográficos.

Básicamente, es la industria la que opera con estos energéticos, por eso, opera a todas horas y en todas las temporadas del año. El desarrollo del sistema de transporte también se dio con el uso de la energía mineral. De este modo, tanto por el lado de la producción, como por el lado de la infraestructura de comercialización, los hidrocarburos contribuyen en la reducción del ciclo de circulación del dinero. Elmar Altvater (2005b:7-8) plantea cuatro propiedades de este tipo de energía, que favorecen a la lógica de producción capitalista. Tales propiedades presentan las siguientes ventajas frente a las energías de flujo como radiación solar, viento, geotérmica, etc:

- 1) Pueden ser usadas sin consideración de espacio y lugar, pues son almacenables y transportables de un lugar a otro. De este modo, los sitios pobres en energéticos no están impedidos a hospedar actividad industrial.
- 2) La intensidad del poder energético de la energía mineral se mantiene constante en cualquier momento, es decir, durante el día, la noche, las diferentes estaciones del año y en cualquier lugar. Contrario a las energías de flujo, que están regidas por ritmos naturales. Por ejemplo, la radiación solar sólo llega de día y también depende de la temporada del año.
- 3) La energía fósil permite el incremento de la productividad porque comprime el espacio y el tiempo. Esto significa que pueden producirse más mercancías dentro de un margen de tiempo dado.

4) La energía fósil puede ser usada de manera muy flexible con respecto a las cantidades de energía consumida o la distribución temporal y espacial de la localidad donde se consume. En otras palabras, su suministro es controlable. Por ejemplo, la iluminación de las ciudades por la noche, es controlada mediante redes de electricidad programadas para funcionar a ciertas horas. En la medida que la producción se independiza de los ritmos de la naturaleza, las condiciones para la acumulación son más propicias. El ciclo continuo de la producción representa un éxito en términos de lograr autonomía respecto a las condiciones naturales. Los energéticos como petróleo, gas, carbón e incluso nuclear, por sus cualidades, son el soporte del sistema continuo. Sin embargo, la continuidad en la producción tiene graves implicaciones ambientales, debido al alto flujo de trasumo⁵ inherente a él.

La producción continua permite mantener funcionando las fábricas a todas horas y en todas las estaciones. Ello va acompañado de tasas indiscriminadas de extracción y residuos. En principio, porque a mayor producción, mayor demanda de materia prima que está distribuida en diversas áreas del ecosistema. La demanda por maderas de los bosques, los productos del mar y de la agricultura alcanzan ritmos no compatibles con sus tasas de regeneración. Los resultados son desequilibrios en los distintos ecosistemas, manifestados en la extinción de especies de flora y fauna y el consecuente rompimiento de las cadenas alimenticias y pérdida de biodiversidad.

Por el lado de la generación de residuos sabemos que las máquinas operadas con tales energéticos –desde un automóvil hasta un complejo fabril- producen grandes volúmenes de residuos tóxicos. Algunos se descargan en aguas dulces y saladas, así como también en la atmósfera. Tal es el caso de las partículas de CO₂ en la atmósfera que han contribuido fuertemente al fenómeno de cambio climático.

Como se ve, la lógica operacional del capital, elige el insumo energético fósil porque ofrece un alto grado de autonomía a la producción. La demostración de los agresivos efectos sobre el medio ambiente que da lugar el uso extensivo e intensivo de energía mineral, no ha sido suficiente para el cambio energético. Sólo cuando los efectos de la contaminación y degradación ambiental generan costos de producción, se considera con seriedad la sustitución de los hidrocarburos, por energías de flujo o renovables. Hoy en día, tibiamente aparecen esfuerzos por sustituir el uso del petróleo con energías renovables, dada la creciente escasez del hidrocarburo. También el empeoramiento de las *condiciones naturales de la producción*⁶, causado por el desastre ecológico que surge del empleo de energía fósil, contribuye al esfuerzo de sustitución.

La tendencia a continuar explotando energías minerales (gas y nuclear y lo que sea posible de petróleo), no es sorprendente, una vez que se entiende la racionalidad del actual sistema económico. Por tanto, las asimetrías energéticas, permanecerán vigentes en tanto que su uso, represente menos costos para la producción capitalista, que sustituirlas por energías de flujo.

Sin embargo, para Georgescu el origen del uso desmedido de los hidrocarburos (energías finitas) estaba en la tendencia al consumo excesivo de la sociedad humana. La idea subyacente a este argumento consiste en detener la proliferación de necesidades humanas que creaban demanda de bienes no indispensables para la vida. La razón que antepone para detener el crecimiento del consumo era el deber ético de heredar a las generaciones futuras igual, o más dotaciones de recursos naturales. Veamos su posición desde sus propias palabras:

La única forma de proteger a las futuras generaciones, al menos del consumo excesivo de recursos durante la bonanza presente, es reeducándonos a nosotros mismos, en la medida que simpatizamos con nuestra descendencia futura y en la misma manera que nos hemos interesado en el bienestar de nuestros vecinos contemporáneos. Este paralelismo no significa que la nueva orientación ética es un asunto fácil. La caridad por los contemporáneos de uno, descansa en bases objetivas, llamadas interés propio. La cuestión difícil que uno encara ahora, no es “¿qué ha hecho la posteridad por mí”, sino, - como Boulding hábilmente señaló-, “¿qué puedo hacer yo por la posteridad?” (GR, 1976: 376)

Si como parece sostener Georgescu, el problema del uso asimétrico de energía encuentra su causa en el consumismo, entonces ¿por qué aparece esta tendencia social consumista? En apariencia, GR atribuye este comportamiento social al carácter insaciable de la naturaleza humana. No obstante, el consumo excesivo nunca fue tan agudo como en el capitalismo, por tanto, resulta importante investigar cómo se crea a un sujeto consumista dentro de esta sociedad. Así se verá en el siguiente apartado.

3.3 Límites del programa de bioeconomía: el problema del consumo excesivo, ¿Necesidades “humanas” ilimitadas?

En el programa mínimo de bioeconomía, trasciende la preocupación de GR sobre el consumo desmedido de la sociedad y la propuesta de que el sistema de producción genere bienes para la satisfacción de necesidades (ver del punto 5 al 8 del programa mínimo en GR, 1975: 378-379). En otros términos, tal planteamiento podría traducirse en sugerir la producción de bienes portadores exclusivamente de valor de uso.

En la mayoría de sus escritos ya más reflexivos que técnicos⁷, nuestro autor identifica en “la naturaleza humana” el gran obstáculo para la conservación de los bienes naturales. Consideraba que el ser humano es incapaz de renunciar al confort industrial, e incluso, cuando se cuestiona a sí mismo sobre la viabilidad del programa de bioeconomía, responde que muy probablemente la humanidad no atendería sus recomendaciones porque implican restringir la comodidad exosomática (GR, 1975: 379). También en su texto “¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?” (1977) reafirma su posición en el plano de la ética. Ahí sugiere renunciar al principio de “maximización de la felicidad” asociado al consumo exosomático, por otro de responsabilidad intergeneracional o *minimización de los remordimientos*. Esto último en alusión al deber de heredar la misma o mayor cantidad de recursos naturales a las siguientes generaciones:

“(..) Es suficiente plantear, como una conclusión, dos ideas que considero cruciales para nuestra actitud hacia el problema de la escasez. La primera es sustituir el principio sagrado de maximizar la felicidad por un nuevo principio más adecuado a una entidad virtualmente inmortal, como es una nación o el conjunto de la humanidad.(..) Por lo tanto, como guía para la conducta de la humanidad, recomiendo encarecidamente que deberíamos adoptar el *principio de minimizar los remordimientos*” (GR, 1977: 317-318).

Una generalización tal, abstrae las condiciones históricas y materiales en que el fenómeno de “consumo humano excesivo” ocurre. Además, no debería ignorarse el hecho de que existen diferentes niveles de consumo por sectores sociales, debido a razones económicas y culturales. Si las necesidades ilimitadas son consubstanciales al género humano, tendríamos que preguntarnos ¿por qué sólo ciertos sectores de la sociedad las hacen efectivas? De lo contrario, asumiríamos que la desigualdad económica y social en la sociedad moderna –donde aparece el consumismo– no existe. Pero también, tendríamos que admitir que en todas las sociedades ha habido este ímpetu de consumo. Si así lo supusiéramos, la única diferencia entre las sociedades modernas y sus antecesoras sería que en la primera, el desarrollo de la ciencia y la técnica facilitaron el despliegue de esta parte de la condición humana. El argumento, terminaría por subordinar la evolución de la ciencia y la tecnología también al principio de no insaciabilidad humana. A nuestro juicio, el consumismo actual puede explicarse a través de las relaciones entre producción y consumo del modo de producción histórico-el capitalismo- al que corresponde. Por eso deseamos demostrar que el consumismo no es una condición eterna, sino que puede explicarse mediante el análisis de las características de la sociedad capitalista. Para tal propósito,

primero procuraremos comprender de manera abstracta, cuál es la relación entre producción y consumo. Después expondremos las particularidades de esa relación en el capitalismo.

“Sin necesidades no hay producción. Pero el consumo reproduce las necesidades” afirma Marx en los Grundrisse (Marx, Ed. 2000: 12). En sí misma, la sentencia expresa la relación simbiótica entre producción y consumo que se puede entender así: dado que las necesidades dan motivo para producir, la producción se concreta siempre que haya una necesidad que conduzca al consumo. Marx desarrolla esta idea de la siguiente manera:

(..) la producción es inmediatamente consumo, el consumo es inmediatamente producción. Cada uno es inmediatamente su opuesto. Pero al mismo tiempo tiene lugar un movimiento mediador entre los dos. La producción es mediadora del consumo, cuyos materiales crea y sin los cuales a éste le faltaría el objeto. Pero el consumo es también mediador de la producción, en cuanto crea para los productos el sujeto para el cual ellos son productos. El producto alcanza su *finish* final sólo en el consumo. Una vía férrea no transitada, que no se usa y que por lo tanto no se consume, es sólomente una vía férrea (..) Sin producción no hay consumo, pero sin consumo tampoco hay producción ya que en ese caso la producción no tendría objeto. (Ibid: 11)

Desde esa perspectiva, la producción depende de la existencia de actos de consumo. Por su parte, la producción recrea necesidades representadas en actos de consumo. Así, adquiere sentido el acto de producir. Las necesidades, por tanto, no surgen plenamente autónomas y ajenas de la cosa o producto que las materializa. Es decir, no parten exclusivamente de un deseo humano, se forjan con ayuda de las condiciones externas al individuo.

Para redondear el planteamiento, Marx ofrece tres razones por las que la producción crea el consumo. En primer lugar:

“la producción proporciona al consumo su material, su objeto. Un consumo sin objeto no es consumo; en consecuencia, en este aspecto la producción crea, produce el consumo” (Ibid: 12).

En segundo lugar, la producción no sólo crea una cosa cualquiera para el consumo, sino que, a través de la forma que adquiere el producto, da al consumo un carácter determinado:

“El objeto no es un objeto en general, sino un objeto determinado, que debe ser consumido de una manera determinada, que a su vez debe ser mediada por la producción misma. El hambre es hambre, pero el hambre que se satisface con carne guisada, comida con cuchillo y tenedor, es un hambre muy distinta del que devora carne cruda con ayuda de uñas, manos y dientes. No es solamente el objeto del consumo, sino también el modo de consumo, lo que la producción crea” (Ibid: 12)

En tercer lugar y de acuerdo a las dos razones anteriores, al trascender al objeto e influir en la forma determinada del consumo, la producción logra crear también un sujeto específico para un tipo de consumo. La producción crea pues, al consumidor.

Finalmente y a manera de síntesis, después de que la producción crea el objeto y al sujeto del consumo, también es capaz de crear a la necesidad:

“La producción no solamente provee un material a la necesidad, sino también una necesidad al material. Cuando el consumo emerge de su primera inmediatez y de su tosquedad natural –y el hecho de retrasarse en esta fase sería el resultado de una producción que no ha superado la tosquedad natural- es mediado como impulso por el objeto. La necesidad de este último sentida por el consumo, es creada por la percepción del objeto. El objeto de arte –de igual modo que cualquier otro producto- crea un público sensible al arte, capaz de goce estético”. (Ibid: 12)

En resumen, la producción crea al consumo en los siguientes niveles: crea el producto objeto del consumo, un consumo determinado y a un sujeto consumidor. Anteponiendo este razonamiento, se desvanece la idea de que las necesidades tienen su fuente única en la psique humana. En su lugar, un análisis más completo, obliga comprender el modo de producción que está en el lado opuesto del consumo⁸.

Ahora pasemos a la interpretación de la relación producción-consumo en el sistema económico capitalista, donde acontece el consumismo. En el sistema económico de mercado, los bienes o mercancías son producidos para que, mediante su realización o venta, el empresario pueda obtener una ganancia. La producción es producción de valor que se traduce en ganancia una vez hecha la venta. El valor se genera en la esfera de la producción mediante el trabajo impago o plusvalor. La mercancía objetiva ese valor y al venderse en el mercado, se vende un objeto con un valor de uso y un valor de cambio, donde este último es el portador del plusvalor que

representa la ganancia. Ambos valores, son subordinados a la finalidad de la acumulación. Así lo explica Paul Burkett (1999):

La subordinación del valor de cambio y el valor de uso como formas particulares de valor corresponde a la dominación creciente de la producción para la ganancia (D-M-D' en términos de Marx, con D representando el dinero y M la mercancía) por encima de la producción para el uso (en el cual, todo cambio monetario que ocurre tiende a ser motivado por el deseo de valores de uso alternativos, como el resumido en el circuito M-D-M) Así es cómo el valor se convierte en el “factor activo” dominando el movimiento y desarrollo del valor de uso y el valor de cambio” (Burkett, Paul, 1999: 81)

El valor de cambio es la representación homogénea de la cosa física, elimina las cualidades que diferencian a las mercancías, representa cantidades iguales del mismo tipo de trabajo; es un número impuesto, que representa valor dinerario, abstracto. Por su parte, el valor de uso encarna propiedades físicas que cubren una necesidad. Debido a esa característica, se justifica la venta del objeto y tiene sentido su consumo. En el capitalismo carece de importancia notar si la necesidad es relevante o no porque “con la producción bajo la forma de valor, los valores de uso únicamente son producidos como medios de obtención de valor de cambio, no de satisfacción de necesidades (..)” (Ibid: 83)

Con estos antecedentes, logramos la comprensión de la relación específica entre producción y consumo en el sistema económico actual. Este es un sistema de producción que crea al consumo de la siguiente manera: se producen objetos para la acumulación dineraria, pero que deben portar valor de uso para justificarse; son objetos con valor de uso y valor de cambio. La racionalidad de la producción no fija límites a la acumulación, por tanto, debe crear en su lado opuesto (el consumo) una racionalidad de consumo ilimitado. De este modo, se forma un consumidor insaciable y unas necesidades infinitas.

La gran contradicción de este sistema de producción reside en la necesidad de crear valores de uso, pero sólo como medio para lograr sus fines. Los fines ilimitados de ganancia se contraponen a la finitud de los materiales dispuestos en la naturaleza, como la tierra, el agua, la energía, etc., que se requieren en la creación de valores de uso⁹. Sin valores de uso, no hay valores de cambio. Es en este sentido que la producción capitalista, al ser todavía en parte producción de valores de uso, se encuentra atada a la base de recursos naturales.

Debido a esta contradicción, en la economía mercantil se vuelve necesaria la introducción del dinero, y a su vez éste acentúa la contradicción. La virtud del dinero es fungir como un medio de

cambio que abstrae los trabajos concretos que, combinados de distintas maneras con las condiciones naturales, dan lugar a mercancías diferenciadas (valores de uso) (Ibid: 84).

Una economía de intercambio monetario agudiza la contradicción porque oculta las transformaciones que el trabajo humano provoca en la naturaleza, del mismo modo que oculta la cantidad de trabajo real incorporado en la producción de mercancías. La reproducción dineraria puede expandirse sin restricciones y trasmite esta lógica al sistema de producción de cosas materiales, útiles. Entonces, el metabolismo entre hombre y naturaleza, mediado por el trabajo, se interrumpe cuando la producción conduce al agotamiento o explotación de los medios de producción: fuerza humana y ecosistemas. Se vuelve así, un sistema de producción que “no conserva sus propios medios de reproducción” (Foster, 2000: 240).

Tales hechos, refuerzan la idea de Marx sobre la degradación ambiental como un hecho consubstancial al desarrollo capitalista (Ibid). De esta manera, la formación económica histórica conocida como capitalismo, tiende a agravar lo que Marx llamó “fractura metabólica entre el hombre y la naturaleza”, pues la extracción de recursos naturales y depósito de desechos en el medio ambiente, alcanzan ritmos superiores al ritmo de regeneración de la biosfera.

La fractura metabólica aparece al profundizar la contradicción de producir valores de uso para obtener valores de cambio, mediante la ampliación de la escala de la producción. Una de sus consecuencias es la menor disponibilidad de recursos naturales para el abastecimiento de necesidades humanas básicas. En ese sentido, la depredación de los frutos de la biosfera en una economía que produce para la acumulación, es un atraco de insumos para la vida en la tierra; tanto de la vida humana, como de muchas otras especies.

Frente al razonamiento desarrollado en este apartado, las necesidades humanas ilimitadas creadas en el capitalismo, tienen un origen distinto al de la “naturaleza humana”. Por tanto, la viabilidad del programa de bioeconomía, va más allá del plano de la ética de cada individuo. Demandaría una cuidadosa regulación de la forma de producir dentro del sistema económico vigente, lo cual en sí mismo significa poner límites a la racionalidad de las ganancias, básicamente porque la regulación implica costos de producción.

Conclusiones

El programa mínimo de bioeconomía de GR intenta dar lineamientos normativos basados en los principios de no sustitución de capital por naturaleza y la irreversibilidad de la degradación

ecológica. La principal motivación de este programa es promover economías de baja entropía. GR, identificó dos fuentes de alta entropía en las sociedades contemporáneas que son: la preferencia por las energías fósiles y la tendencia al consumo excesivo de los individuos. El programa propone por tanto, combatir esos dos aceleradores de la entropía. Sin embargo, al discutir la viabilidad de este programa en un contexto de la economía, el programa encuentra serios obstáculos.

A lo largo de las dos últimas secciones pudimos observar que la preferencia por energía mineral y el consumismo, son inherentes al funcionamiento de las economías de mercado capitalistas. Por tanto, pareciera que la aplicación de un programa bioeconómico está en franca contradicción con los objetivos de la racionalidad capitalista. Sostenemos lo anterior pensando que los lineamientos de bioeconomía sugieren producir para satisfacer necesidades humanas; mientras que la motivación principal de la economía capitalista es producir para la acumulación.

En las economías regidas por la lógica de la acumulación, el reconocimiento de una ley límite de la naturaleza –ley de la entropía- es un elemento insuficiente para detener los procesos de degradación irrevocable. Ciertamente, la propia dinámica del capital conducirá al desarrollo de tecnología para conseguir fuentes de baja entropía y así, garantizar condiciones naturales de reproducción. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la tecnología también está sometida a las leyes de la termodinámica. En sentido estricto, la tecnología sólo funge como “un transformador que nos permite aprovechar la energía disponible ya creada y que nos la convierte en energía no disponible o calor” (Carpintero, Ibid)¹⁰.

En realidad, el programa de bioeconomía es radical frente a la lógica de funcionamiento de la economía capitalista. Lo radical reside en que su establecimiento, implicaría un cambio en el móvil de la producción. Es decir, en lugar de producir para la acumulación y la ganancia, se produciría estrictamente para el disfrute de la vida o satisfacción de necesidades (en otras palabras, producción sólo de valores de uso, en lugar de valores de cambio). El objetivo “disfrute de la vida”, implicaría modificar el sistema de necesidades individuales y un cambio en la ideología de la felicidad individual.

La propuesta de GR de abatir las fuentes de alta entropía, estimulando un comportamiento social ético, es una opción para conseguir que los individuos reduzcan sus necesidades. Pero difícilmente la dependencia de nuestra sociedad sobre las energías minerales y el consumo desmedido, cambiarían dejando la responsabilidad a la conciencia de cada individuo. El cambio tendría que ser impulsado desde las instituciones y la regulación ambiental ya que la vocación

del sistema económico vigente es desligarse de la responsabilidad (costos) de los daños ecológicos.

Dada la racionalidad de las economías de mercado capitalista, la perpetuación y bienestar de la humanidad están amenazadas, más que por las necesidades humanas ilimitadas, por el objetivo de ganancias ilimitadas con medios físicos limitados.

La propiedad privada de los medios de producción, lo cual incluye a los recursos naturales, es una condición para lograr el objetivo de la ganancia. Los recursos naturales son parte de las condiciones de la producción. La producción de mercancías valorizadas son generadas bajo esas condiciones, por tanto, para perpetuar la acumulación del capital, es necesario garantizarlas (O'Connor, James, 2001). De esa forma, ante una escasez objetiva o biofísica, el capitalismo recrudescerá su lucha por la apropiación privada de la naturaleza.

Lo anterior sugiere, al mismo tiempo, la profundización del conflicto social por el acceso y la distribución equitativa de los bienes naturales. La lucha se agudiza entre el sector de la sociedad que procura estos recursos para satisfacer necesidades de reproducción humana (satisfacción de necesidades de alimentación, vivienda, vestido, etc.), con el sector que busca su apropiación para la reproducción del capital (insumos para transformarlos en mercancías valorizadas). Así, la escasez de bienes naturales, pone de manifiesto una nueva versión de la lucha de clases: la lucha por la apropiación de las condiciones naturales de la producción.

Las ideas anteriores, no son sino reflexiones que nos deja el análisis del programa de bioeconomía. Aunque tocan temas de gran importancia, éstos exceden a los fines de nuestro trabajo. Pero seguramente será el aliciente para emprender investigaciones posteriores en este terreno.

1 Oscar Carpintero rastrea el origen del término, y encuentra que quizá la primera mención está en el libro de H. Reinheimer, publicado en 1913 y titulado *Evolution by Cooperation: A Study in Bioeconomics*, London, Kegan Paul. Carpintero nos cuenta que GR utiliza el término por sugerencia de Jeri Zeman en una carta fechada el 24 de Abril de 1972, un año después de la publicación de su *The Entropy law and the Economic Process*. (Carpintero Redondo, 2000 “La bioeconomía de Georgescu-Roegen”, *op. cit.*)

2 De hecho, la misma creación de maquinaria, demanda insumos naturales. Piénsese en las computadoras, que llevan silicio (elemento natural) en su software.

3 Este dogma consiste en considerar necesario la sustitución del indicador monetario por un indicador similar que asigna el valor energético de las cosas. El cálculo de la eficiencia en términos energéticos, conviene a los ingenieros o administradores que deciden qué proceso usa menos o más energía. Sin embargo, GR, consideraba que el principio termodinámico, servía a los economistas para decidir cuestiones más importantes, como cuál es el objetivo de la economía. Al respecto, ver la posición de GR en : GR, 1971, pp. 17-18.

4 La no disponibilidad de tiempo de ocio para el individuo trabajador sería, en términos de Marx, trabajo enajenado. La creciente enajenación es promovida por la necesidad del sistema capitalista de producir más. Entonces a la vez que el acto de producir indiscriminadamente conduce a niveles exacerbados de uso de recursos naturales, también genera infelicidad en el trabajador. Para Marx, el trabajo enajenado es el trabajo cuyo producto es *externo* al trabajador o no le pertenece, por tanto “el trabajador no se afirma, sino que se niega; no se siente feliz, sino desgraciado; no desarrolla una libre energía física y espiritual, sino que mortifica su cuerpo y arruina su espíritu” (Marx, 1960).

5 El flujo de “trasumo” (*throughput* en inglés), funciona conforme a las leyes de la termodinámica. Esto implica que el flujo de la extracción (agotamiento) de recursos de baja entropía en la fase del insumo, termina con una cantidad igual de desperdicios de elevada entropía. Ver concepto en Daly, Herman (1974: 327).

6 Marx sugiere tres condiciones de la producción y una de ellas son las condiciones naturales de la producción.. James Citando a Marx, O’Connor enuncia las tres condiciones de la producción: 1) fuerza de trabajo humana, 2) condiciones naturales o externas de la producción y 3) la infraestructura urbana (lo que Marx llamó “las condiciones generales, comunitarias de producción). (O’Connor, 2001) Cuando la segunda de estas condiciones no está garantizada, el sistema padece crisis de costos.

7 Por mencionar algunos, *Energy and economic myths* (1975), *GR sobre sí mismo* (1994) y *¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?* (1977)

8 Debemos advertir, tal como Marx lo hace, que las relaciones hasta aquí establecidas entre producción y consumo, de ningún modo significa que sólo la producción crea al consumo y que la producción sólo es creada por el consumo. “Entre esos actos se crean relaciones sociales complejas que van modificando la forma como se relaciona la producción y el consumo”. (Marx, 2000,: 13-14)

9 Marx al respecto nos dice, “Los valores de uso -chaqueta, lienzo, etc., en suma los cuerpos de las mercancías (...) son combinaciones de los elementos: material natural y trabajo. Si se hace abstracción, en su totalidad, de los diversos trabajos útiles incorporados a la chaqueta, el lienzo, etc., quedará siempre un sustrato material, cuya existencia se debe a la naturaleza y no al concurso humano. En su producción, el hombre solo puede proceder como la naturaleza misma, vale decir, cambiando solo la forma de los materiales. Y es más: incluso en ese trabajo de transformación se ve constantemente apoyado por fuerzas naturales.

El trabajo, por tanto, no es la única fuente de los valores de uso que produce, de la riqueza material. El trabajo es el padre de ésta, como dice William Petty, y la tierra, su madre” (Marx, El capital, Tomo I, Vol. I: 53)

10 Aunque ciertamente la tecnología mejora la eficiencia en el uso de algunos recursos naturales, por la segunda ley de la termodinámica, ningún mecanismo logrará reusar la materia, aprovechándola de nuevo en un cien por ciento. Lo que sí es seguro, es que para conseguir que la materia ya una vez usada pueda reciclarse, tendrá que gastarse más energía de la empleada en el proceso previo de transformación de esa materia. Un elemento adicional en torno a la tecnología es la medida en que ésta puede sustituir otros recursos. En sentido estricto, no logra sustituir las funciones elementales de los recursos naturales, dentro del proceso económico. Recuérdese el tema sobre el cuestionamiento al supuesto de sustituibilidad perfecta que desarrollamos en el capítulo 2.

Conclusiones finales.

La Economía Ambiental es el marco de comprensión que ofrece la teoría neoclásica estándar, para analizar los problemas económico-ambientales. Pero en tanto ésta descansa en la efectividad del sistema de precios, se exige que este sistema funcione correctamente. La teoría del equilibrio general (en adelante TEG), es la que sustenta que el sistema de precios consigue una asignación de los recursos, tal que todos los individuos de la sociedad satisfacen sus deseos. En otras palabras, supone bienestar social una vez que los precios llegan a un equilibrio. El equilibrio significa que, tanto productores y consumidores, realizan sus planes de ventas y preferencias, respectivamente. Sin embargo, la teoría no ha podido demostrar que el sistema llega al equilibrio con el sólo concurso de las fuerzas del mercado.

Esta es, sin embargo, una vieja discusión que se cerró por completo a partir de los años ochenta, sin que los grandes cuestionamientos hechos por economistas pertenecientes a la propia corriente neoclásica, como Frank Hahn y Franklyn Fisher, hubieran obtenido respuestas. La crítica que ellos hicieron tiene una connotación especial, en comparación a otras verdades sobre la teoría del mercado porque, sin siquiera hacer uso de cuestionamientos ideológicos, epistemológicos o en torno a su realismo, muestra que la teoría no funciona. La crítica se mueve dentro de los márgenes de la teoría. Es decir, se admiten todos sus supuestos y el resto de su maquinaria analítica. En otras palabras, la crítica nace de sus entrañas y utiliza sus propios dispositivos y, sin embargo, se descubre que no cumple lo que se propone.

¿Qué enseña esto a nuestra disciplina? En primer lugar, que no son argumentos científicos lo que sostiene a la teoría estándar, sino un consenso de economistas del *establishment*, desinteresados por el diálogo científico y encerrados en un dogma o ciencia autoritaria. En segundo lugar, advierte los graves errores en que pudieran estar las medidas de política emanadas de esta teoría. Al aceptar supuestos y resultados de un marco de comprensión con lagunas importantes, estamos a orillas del peligro de justificar medidas que dan resultados opuestos a las promesas de bienestar social.

Las lecciones de lo anterior para la Economía Ambiental (EA), son muy pesimistas. La demostración de que no existe un equilibrio, sitúa al enfoque de EA sobre aguas pantanosas. Principalmente porque todo su instrumental descansa en la eficacia del sistema de precios de mercado. Aunque admite la existencia de fallos en los precios, llamadas externalidades, toda

su misión consiste en corregirlos. Una vez corregidos, supone que el mercado regulará correctamente las asignaciones de bienes naturales. A nuestro juicio, la EA no resiste el filo de esta espada, porque se clava directo en el corazón de sus fundamentos teóricos. Los cuestionamientos a sus interpretaciones del desastre ecológico, después de esto, se vuelven menos relevantes, aunque de cualquier modo, merecen ser considerados.

En torno a la comprensión del problema ecológico y su relación con la economía, la EA tiene grandes debilidades. La más destacada consiste en dejar fuera el análisis sobre las leyes de los sistemas naturales y sus repercusiones en el mundo económico y social. La EA sólo se encarga de desarrollar métodos para cuantificar los daños o pérdida de bienestar que representa la contaminación para algunos agentes. Tal cuantificación se encamina a asignar valores monetarios a los recursos naturales y, a través del sistema de precios, intentar desincentivar actividades que generan contaminación. La EA deduce que los precios indicarán el nivel de contaminación en el ambiente o la escasez de un recurso natural, pues se elevan cuando es alta la amenaza ecológica. Entonces, atendiendo a las señales de precios, se supone que los agentes tendrán motivos para cambiar las técnicas de producción (harán mejoras tecnológicas) para evitar el cargo o gravamen ambiental. De otra manera, suponen, caería su rentabilidad.

El optimismo tecnológico que priva en la EA, forma la creencia de que todo daño puede ser reparado y que no hay límites absolutos de recursos físicos, sino relativos. Una idea muy común es la posibilidad del reciclaje. Los economistas ambientales suponen que la materia puede ser reusada infinitamente, sin que ésta modifique su cualidad de ser aprovechada. Esta concepción sería posible si no actuaran las leyes de la termodinámica que rigen el mundo de las cosas físicas. Pero no es así. Por acción de la segunda ley de la termodinámica, entropía, el reuso de toda materia, en este caso reciclaje, demandará siempre una mayor cantidad de energía para poder aprovechar las propiedades de los materiales. Lo anterior significa que a medida que transcurre el tiempo, la materia transita gradualmente de materia disponible para su utilización, a materia absolutamente indisponible.

Para muchos economistas, el argumento puede parecer muy frágil. Pero su percepción se debe a su desconocimiento sobre las implicaciones de la entropía. De manera errónea creen que los impactos de la entropía sobrevendrían sólo en una especie de "día final". Dentro de un plazo tan largo, que rebasaría la era humana. Contrario a esa visión bíblica, los informes

sobre el estado del medio ambiente ante el cambio climático, por ejemplo. los de la IPCC, señalan el gradual y creciente deterioro de los recursos naturales. Tales fenómenos no son otra cosa que aumento de entropía. Además, evidencian los problemas que esto desencadena en las sociedades humanas. La comunidad científica de la IPCC que reúne biólogos, físicos, químicos, geólogos y otros especialistas, que se ocupan del mundo natural, advierten la irreversibilidad de los daños causados por la actividad humana. Pero pese a estas afirmaciones hechas por representantes de otras ciencias, la economía ambiental, obcecada, se mantiene en su optimismo tecnológico.

La regulación del deterioro ecológico, mediante el sistema de precios, nos merece un comentario más: lleva implícito el principio de “el que contamina paga”. Se supone que si el costo por contaminar es tan elevado, las unidades productoras preferirán destinar esos recursos al diseño de tecnologías de producción menos contaminantes. Pero esta apreciación, no toma en cuenta la existencia de rigideces de diversa índole en el sistema productivo para cambiar de métodos de producción altamente contaminantes, a otros menos contaminantes. Las rigideces vienen por el lado de los costos inmediatos que implica la conversión técnica y el rezago en las adaptaciones de la nueva tecnología. Esto implicaría una pérdida de competitividad, a la que no están dispuestas las unidades productoras. Su cálculo de costo-beneficio, podría arrojar como resultado que es más costosa la sustitución tecnológica que pagar por cargos ambientales. Por tanto, el régimen de precios, se convierte en un sistema que avala el pago para contaminar, más que evitar la contaminación.

De esa manera, los grados tolerables de contaminación, no son garantizados. Por más que se eleven los precios por contaminar, habrá quienes puedan pagarlos y de ese modo, no hay control certero sobre los niveles aceptables. Ilustremos lo anterior con una experiencia vistosa a nivel internacional. Dentro del tratado de Kyoto para reducir las emisiones de gases invernadero de los países más responsables de esas emisiones, se introdujeron los permisos comercializables de emisiones. Éstos permitirían a los países, complementar sus reducciones de emisiones comprando permisos de emisión a países que no los necesitaran. La meta era reducir los niveles de gases a los habidos en 1990. Los instrumentos han tenido un rotundo

fracaso, porque no sólo no se ha conseguido la meta, sino que los niveles han ido aumentando a lo largo de los últimos años en los países más industrializados⁶⁴.

Las metas a las que aspiraba el tratado de Kyoto, correspondían a niveles mínimos tolerables. Los informes científicos sobre el cambio climático de la IPCC⁶⁵, vienen anunciando al menos desde el informe 2001, el cataclismo futuro si las tendencias de emisiones de gases invernaderos no se detienen. El aumento de la temperatura para el siglo presente podría ser entre 1.5- 6.0 °C, lo cual significaría una mayor desertificación en regiones áridas, lluvias más densas y riesgos por inundaciones en otras regiones; serios daños a los cultivos en el trópico y eventualmente en áreas templadas; aumento en el nivel del mar (debido al derretimiento de los glaciares); daños a los ecosistemas, en términos de pérdida de especies y diversidad genética.

No obstante esas advertencias, los mecanismos de regulación mediante permisos de contaminación, no han fructificado. Los límites se han sobrepasado. Los permisos para contaminar, son más permisos que limitaciones a la contaminación.

Por otra parte, la economía ambiental, implícitamente admite que los recursos naturales son sustituibles con bienes de capital. El pago por contaminar, de hecho se justifica diciendo que los bienes que genera el sistema productivo, desempeñan una función social de mayor alcance que la de los recursos naturales en estado bruto. De modo que, supuestamente, nada le pasa a la sociedad si en algún momento carece de ciertos bienes ambientales. El argumento es consecuente con el esquema de la economía neoclásica que supone la sustitución perfecta de factores en la producción. Para los neoclásicos y, por lo tanto, para los economistas ambientales, “la degradación ambiental, no es una catástrofe, sino un evento más de la humanidad”. El propio Robert Solow, en 1974 en la *American Economic Review*, escribió al calor del debate de los límites al crecimiento que, “si es tan fácil sustituir otros factores por recursos naturales, entonces en principio no hay problema. El mundo puede, en efecto,

⁶⁴ Durante los noventa, Estados Unidos aumentó sus emisiones por quema y combustión de energía fósil, en un 12% (de 1.355 millones de toneladas métricas de carbón equivalente en 1990, a 1,520 MTMCE en 1999). Las emisiones de Japón, por su parte, en ese mismo periodo aumentó 14%. La unión europea en ese periodo sólo aumentó en 1% sus emisiones, pero la explicación está en que hubo cambios económicos estructurales en esa época, por ejemplo, la unificación alemana, entre otros. (Datos extraídos de Bellamy Foster, 2001)

⁶⁵ No obstante, otros grupos también hicieron esas advertencias desde tiempo atrás. Por ejemplo, el Club de Roma. Hoy en día, los informes de la IPCC son una referencia obligada, no sólo por el consenso y aceptación internacional de que gozan, sino también por el alcance de las conclusiones de sus trabajos.

continuar sin recursos naturales, por tanto, la degradación, es sólo un evento, no una catástrofe”⁶⁶.

Con los argumentos esgrimidos antes, concluimos que la Economía ambiental está cercada agua arriba y agua abajo: por un lado, sus fundamentos teóricos, basados en la frágil TEG y la economía del bienestar. Por el otro, debido a la errada interpretación de las causas, consecuencias e impactos del deterioro ecológico. Al ignorar el funcionamiento de los ecosistemas, admite medidas que no detienen el fenómeno ecológico. Al parecer, su intención es preservar el *estatus quo* del sistema económico, sin atentar contra la lógica de crecimiento continuo que favorece a la acumulación. Por eso, sus respuestas sólo consiguen ser débiles paliativos al deterioro ecológico.

Es en ese sentido, vimos pertinente acercarnos a un marco de comprensión que se propusiera integrar coherentemente las leyes de funcionamiento de los ecosistemas en el análisis de las relaciones economía y medio ambiente. La obra del autor que revisamos en la parte nuclear de nuestra tesis, Georgescu Roegen (GR), nos brinda valiosas herramientas analíticas para tal propósito. GR se aparta de la teoría neoclásica, al hacer un cuestionamiento epistemológico a la representación del proceso económico. En esa tarea descubre que la teoría es incapaz de describir lo que en la realidad es un proceso económico. Cabe aclarar, que GR no criticaba el grado de abstracción de la teoría, ni las matemáticas en sí⁶⁷.

Lo que inquieta a nuestro autor, es que la abstracción de la teoría económica se haya concentrado en el mecanicismo matemático y se despreocupara por representar hechos reales. Decía que “el resultado final es que las matemáticas han alejado casi totalmente a la economía de la verdadera tarea de pelearse a brazo partido con los hechos” (GR, 1977). Georgescu delata la incapacidad de la epistemología mecanicista de la teoría neoclásica, para explicar la base material, en el cual reposa todo proceso productivo. Dada esa carencia, se propuso comprender qué papel jugaban cada uno de los factores de la producción en el proceso. Esto se analizó en el apartado capítulo 2, de donde concluimos la imposibilidad de la sustitución perfecta de los factores debido a que cada factor participa en el proceso de acuerdo a sus propiedades físicas.

⁶⁶ Citado en Foster, Bellamy (2001: p. 17).

⁶⁷ Los primeros años de GR como economista (década de los cuarenta y los cincuenta), los dedicó al estudio de la teoría neoclásica. Su capacidad para hacer cuestionamientos desde el punto de vista matemático, le trajo el respeto de neoclásicos de la talla de Paul Samuelson, quien lo llamó “sabio de sabios”.

Las conclusiones que se deducen del trabajo de GR. sitúan al autor en una postura opuesta e irreconciliable con la teoría neoclásica. Mientras que ésta última está fundada en leyes mecánicas, GR defiende un enfoque económico evolutivo y admite los cambios cualitativos.

Con la definición de entropía y sus implicaciones económicas, estudiadas en el segundo capítulo, somos ahora capaces de afirmar que el sistema económico tiene límites biofísicos, explicados por las leyes de la termodinámica. Muchos autores economistas habían teorizado sobre las restricciones que enfrenta la producción, debido al deterioro ecológico⁶⁸. Otros, como los autores de *Los límites al crecimiento*, del Club de Roma, apoyados en datos sobre el estado del medio ambiente, evidenciaban la escasez de recursos naturales. Sin embargo, carecían de un argumento que validara irrefutablemente la existencia de límites.

La poca atención que ha recibido en nuestra disciplina el tema de los límites objetivos, ha hecho que la economía repose todas las soluciones del deterioro ecológico, en el optimismo tecnológico. Pero ahora, frente a los argumentos que explican el comportamiento de los ecosistemas, la salida tecnológica, no solo no es tan obvia, sino que en casos, parece absurda.⁶⁹

Las críticas que enfrentó Georgescu por sus colegas economistas, en torno a su posición sobre los límites económicos debido a la entropía, son inofensivas. Los economistas le decían que la entropía era irrelevante en tiempo humano, pues su ignorancia los llevaba a creer que era efectiva sólo en la gran estructura del universo. Por ejemplo, en el sol, las galaxias, las estrellas. Pero las señales de escasez de materiales cruciales para la sociedad humana, han dado la razón a Georgescu sobre la pertinencia de reflexionar considerando la ley de la entropía.

Al respecto, S De Gleria, (1999: p. 453) resalta las razones que GR argüía sobre la importancia de la entropía en el tiempo presente: “GR, precisó que la entropía era en realidad

⁶⁸ Desde David Ricardo, encontramos el reconocimiento de una pérdida de calidad de la tierra, también en Marx. Más recientemente, en el trabajo *Los límites al crecimiento*, del club de Roma, hay la percepción de la degradación ambiental que condiciona el desempeño económico.

⁶⁹ La intención del gobierno de Estados Unidos y las corporaciones industriales de ese país, de financiar investigaciones que encuentren métodos para revertir los daños de los gases invernadero en el planeta, es uno de esos casos. Estas empresas, en su ignorancia sobre el funcionamiento de los ecosistemas, suponen que esos daños son reversibles con remedios tecnológicos (Ver la narración de esta anécdota en Foster ,2001)

importante para nosotros por las siguientes razones: Desde la revolución industrial hasta el día de hoy, nuestro rápido crecimiento poblacional ha ido acabándose los stocks que se formaron en la corteza terrestre durante milenios, y al hacerlo en una mayor e intensiva forma, al mismo tiempo se producía una mayor contaminación. El hombre moderno ha mostrado ímpetu para la degradación entrópica y ha aumentado considerablemente la cantidad de desperdicios, a grados que la naturaleza no puede absorberlos. El problema descansa en el hecho de que la cantidad de Energía y Materia actualmente útil para nosotros, es principalmente sacada de esos stocks, en tanto que su uso los degrada irrevocablemente". El ser humano, acelera pues, la marcha entrópica.

Las contribuciones de GR, brevemente enunciadas arriba, nos dan elementos para definir posiciones sobre discusiones actuales. Por ejemplo, en la polémica sobre sustentabilidad débil y fuerte, la demostración de la invalidez del supuesto de sustitución perfecta de los factores, es crucial. El criterio de sustentabilidad apoyado en el principio roegeniano (Goodland y Daly, *Ibid*), ha dado lugar a un interminable debate sobre las condiciones que garantizarían esta sustentabilidad. Una pléyade de autores se ha dedicado a escribir sobre las implicaciones de aplicar esas nociones de sustentabilidad ambiental. Entre ellos, se encuentran Herman Daly, Robert Goodland, Paul Ehrlich, Martínez Alier, Oscar Carpintero Redondo. Pero no está en nuestros objetivos abundar sobre este tema.

Otro tema vigente en el que las contribuciones de GR son de gran valor, es el de los límites al crecimiento. La afirmación de que el sistema natural tiende a la degradación —debido a la ley de la entropía— incumbe decididamente a la esfera macro de la economía. En principio, conduce a asumir que el tamaño de la economía debe ser tal que, no rebase la capacidad de carga de la biosfera. Esto tendría implicaciones sobre los objetivos macro de crecimiento. De ese lado, las conclusiones derivadas de la obra de GR ponen un pie en aguas difíciles de nuestra disciplina. Principalmente porque durante mucho tiempo se ha considerado el crecimiento como condición indispensable para el desarrollo. Al respecto, Georgescu-Roegen, planteaba refrescar el estudio de las economías en estado estacionario. Debe hacerse la salvedad de que el crecimiento cero es diferente a entropía nula. Lo que importa de este estilo de crecimiento, es que conduce al desarrollo de fuerzas productivas de baja entropía.

Pero la razón por la que esta vía no es tomada con seriedad por los economistas, ni por los hacedores de política, no es tanto teórica, sino política. La verdadera razón estriba en que la

expansión económica es consubstancial al sistema de mercado capitalista que caracteriza a la mayoría de las sociedades actuales. Por eso, una de nuestras reflexiones finales apunta hacia las dificultades de establecer un programa bioeconómico que implica limitar el crecimiento y las necesidades humanas en el contexto de economía capitalista.

La reflexión en torno a la capacidad del sistema capitalista de asimilar un programa de bioeconomía se hace necesaria, toda vez que en la actualidad las economías del mundo son predominantemente capitalistas. Además los ritmos de extracción y de generación de desperdicios, ha sido motivado por la tendencia a la sobreproducción de este mismo sistema. Dado que el objetivo central del capitalismo es la realización del plusvalor, se impulsa decididamente el consumo de la mercancía. Por tanto, no es casualidad que a este modo de producción correspondan altos índices de consumo, como en ninguna otra época de la humanidad.

Tomando esa referencia, la gran batalla que la sociedad actual ha de dar para preservar las condiciones naturales que permitan la perpetuación de la especie, será ante los objetivos del capital. De ahí que sea importante retomar el debate desde la economía política ecológica y plantearse preguntas tales como ¿a qué usos destinar los recursos naturales, con base a qué principios de justicia y equidad social? Este tema, sin embargo, queda solamente esbozado en el presente trabajo. Pero al mismo tiempo se constituye en el pretexto para posteriores investigaciones ubicadas en ese plano de reflexión.

Aguilera, Federico y Alcántara (1994), *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Icaria. Barcelona.

Altvater, Elmar (2004), “Existe un marxismo ecológico”. Disponible en <http://www.polwiss.fu-berlin.de/people/altvater/Aktuelles/Marxismoecoespagn.pdf>

Altvater, Elmar, (2005a), “Geopolitics in the petroleum quagmire or internacional conflicts at the end of the fósil regime”. Disponible en: [www. depfe.unam.mx/actividades/seminario:ep05/](http://www.depfe.unam.mx/actividades/seminario:ep05/) Altvater.

Altvater, Elmar, (2005b), “Geopolitics, strategic resources and sustainable development”, en *Seminário Internacional REG GEN: Alternativas Globalizacao* (8 al 13 de Octubre de 2005). Rio de Janeiro, Brasil UNESCO. Disponible en <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/reggen/pp10.pdf>.

Andreta Scott (1996), “Economía del bienestar y externalidades”, en *Teoría de los precios*, UAM Xochimilco, México.

Arrow K., H.D. Block y L. Hurwickz (1959), “On stability of the competitive equilibrium II”, *Econometrica*, No. 27, pp. 82-102.

Bator, Francis (1958), “The anatomy of market failure”, en *The Quaterly Journal*, Vol 72, No. 3.

Baumol, William y William, Oates (1982), *La teoría de la política económica del medio ambiente*, Editorial Antoni Bosch, España.

Beard, Randolph y Gabriel Lozada (1999), *Economics, entropy and the environment. The extraordinary economics of Nicholas Georgescu-Roegen*, Edward Elgar, Chelteman, USA.

Bergson, A (1948), “Socialist economics”, in H.S. Ellis, ed., *A survey of contemporary economics*, Vol. I, Blakiston, Philadelphia.

Biel, Robert (2006), *El nuevo imperialismo. Crisis y contradicciones en las relaciones Norte-Sur*, Ed. Siglo XXI, México.

Burkett, Paul (1999), *Marx and nature. A red and green perspective*, Ed. St. Martin, New York.

Carpintero Redondo, Oscar, (1999a), “Economía y ciencias de la naturaleza: algunas consideraciones sobre el legado de Nicholas Georgescu-Roegen”, en *Ice Tribuna de economía*, No. 779, Julio-Agosto.

-----, (1999b), *Entre la economía y la naturaleza. La controversia sobre la valoración monetaria del medio ambiente y la sustentabilidad del sistema económico*, Ed. Los libros de la catarata, Madrid España.

----- (2000), “La bioeconomía de Nicholas Georgescu-Roegen”, en *Fundación 1º de Mayo*, Documento de trabajo No. 4.

Daly, Herman (1999), “How long can neoclassical economists ignore the contributions of Georgescu-Roegen?”, en Mayumi Kozo, *Bioeconomics and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham, Inglaterra.

----- (1995), “On Nicholas Georgescu-Roegen’s contributions to economics: an obituary essay”, en *Ecological Economics*, No. 13, pp. 149-155.

----- (1996), *Beyond growth*, Ed. Beacon Press, Boston.

----- (1989), *Economía, ecología y ética*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

----- (1991), “Towards an environmental macroeconomics”, *Land Economics*, No. 2, Vol. 67.

----- (1974), “La economía del estado estacionario”, *Demografía y economía*, Vol. 8, No. 22-24, pp. 357-365.

Davidson, Eric (2000), *You can’t eat GNP. Economics as if ecology mattered*, Ed. Perseus publishing, USA.

Debreu, Gerard y Keneth Arrow (1954), “Existence of an equilibrium for a competitive economy”, *Econometrica*, Vol. 22, No. 3, Julio.

De-Gleria, -Silvana (1999), “Growth, development and innovation in N. Georgescu-Roegen's thought (With a Case Study: The 'Bank of the Poor')” en *Economia-Internazionale*. November; 52(4): 443-81.

----- (1995), “Nicholas Georgescu-Roegen: A mind that thought above his time” en *Economia-Internazionale*, August, 48(3), p. 317-46.

Ehrlich, Paul, Anne H. Ehrlich, et al (1989). (Publicado originalmente en 1977). “Disponibilidad, entropía y las leyes de la termodinámica”, en Daly, Herman (1989), *Economía, ecología y ética*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

Faber, Daniel (1992), “The ecological crisis of Latin America: A theoretical introduction”, *Latin American Perspectives*, Vol 19, No. 1, Invierno, pp. 3-16.

Fisher, Franklin (1996) “La formación de las magnitudes económicas: desequilibrio e inestabilidad”, (trad. Ma. Doleres de la Peña) en Etelberto Ortíz Cruz (Coord.) *Teoría de los precios. Avances en el debate contemporáneo*. UAM Xochimilco. Pp. 187-225.

----- (1987) “Adjustment process and stability”, en Eatwell, John, Murray Milgate, et al (Eds), *General Equilibrium. The New Palgrave*, McMillan Press. Londres. Pp. 36-42.

----- (1983), *Disequilibrium foundations of equilibrium economics*, Cambridge University Press, New Yor, USA.

Foster, John Bellamy (2001), *Ecology against capitalism*, Ed. Montly Review Press, New York.

----- (2000), *La ecología de Marx*, Ed. El viejo topo. Barcelona, España.

Georgescu-Roegen, Nicholas (1994) “Nicholas Georgescu-Roegen sobre sí mismo”, en Szenberg, Michael, *Grandes economistas de hoy*, Ed. Debate, Madrid, España.

----- (1990), “Production process and dynamic economics”, en Baranzini, Mauro y Roberto Scazzieri, *The economic theory of structure and change*, Cambridge University Press, New York.

----- (1977), “¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?”, en Daly, Herman (1989), *Economía, ecología y ética*, Ed. Fondo de Cultura Económica, México.

----- (1976), *Energy and economic myths. Institutional and analytical economic essays*, Pergamon Press Inc., New York.

----- (1975), “Energy and economic myths”, en *Southern Economic Journal*, Enero, Vol. 41, No. 3, 1975, pp. 347-381.

----- (1974), “Dynamic model and economic Growth”, en Georgescu-Roegen Nicholas, *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Economic Essays* (1976), Pergamon Press Inc., New York

----- (1971), *The entropy law and the economic process*, Cambridge Mas.

----- (1970), “The entropy law and the economic problem”, en Georgescu-Roegen Nicholas, *Energy and Economic Myths. Institutional and Analytical Economic Essays*, (1976) Pergamon Press Inc., New York.

----- (1966), *Analytical economics*, Harvard University Press, Cambridge Massachusets.

Hanh, Frank (1958), "Gross substitutes and the dynamic stability of general equilibrium" *Econometrica*, No. 26, pp.62-65.

----- y T. Negishi (1962), "A theorem on non tatonnement stability", *Econometrica*, No. 30, pp. 463-469.

Hicks, John (1939), *Value and capital*, Oxford University Press, Clarendon Press, Nueva York.

Goodland, Robert y Daly Herman (1996), "Environmental sustainability: universal and non-negotiable", en *Ecological Applications*, Vol. 6 No. 4, Noviembre, pp 1002-1017)

Guerreen, Bernard (1998), *Microeconomía*, Ed. Eumed, España.

Hanh, Frank (1987), "Auctioner", en Eatwell, John, Murray Milgate, et al. (Eds), *General Equilibrium, The New Palgrave*, McMillan Press, Londres. Pp. 62-67.

Heller, Agnes (1998), *Teoría de las necesidades en Marx*, Ediciones Península, 3ª edición, Barcelona.

IEA (Internacional Energy Agency) (2006), *Key World Energy Statistics*. disponible en www.iea.org

IPCC (2007), *Climate change impacts, adaptation and vulnerability*, disponible en <http://www.gtp89.dial.pipex.com/chpt.htm>

Kenneth Boulding (1966), "The economics of the coming spaceship earth" en H. Jerrett (ed.), Environmental Quality, en *Growing Economy*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Khalil, Elias, "Entropy law and exhaustion of natural resources: is Nicholas Georgescu-Roegen's paradigm defensible?", *Journal of Ecological Economics*, 2(1990) pp. 163-178.

Kurz, Heinz D (2007), "Las contribuciones de Sraffa a la economía: algunas notas sobre sus trabajos inéditos" (Traducción de Ignacio Perrotini Hernández), en *Investigación Económica*, vol. LXVI, No. 260, abril-junio, pp. 15-47.

Lozada, Gabriel, "A defense of Nicholas Georgescu-Roegen's paradigm", *Journal of Ecological Economics*, 3(1991) pp. 157-160.

Mas-Colell, Andreu, Michael D. Whinston, and Jerry R. Green, *Microeconomic theory*, New York, Oxford University, 1995.

Marshall, Alfred (1938), *Principios de economía*, McMillan, Londres.

Martínez-Alier, Joan y Lori Ann Thrupp (1992), "A political ecology of the south", en *Latin American Prospectives*, Vol. 19, No. 1, Invierno. Pp. 148-152.

Marx, Karl (Edición 2000), *Grundrisse*. Vol 1, S. XXI, México.

----- (edición 2001), *El capital*, Tomo I, Vol. I, S. XXI, México.

----- (1960), *Manuscritos económicos y filosóficos de 1884*, Ed. Austral, Santiago de Chile.

Mayumi, Kozo y John M. Gowdy Eds., *Bioeconomics and sustainability. Essays in honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 1999.

----- (2001), *The origins of ecological economics. The bioeconomics of Georgescu Roegen*. Routledge, Gran Bretaña.

Meadows, Dennis, et.al (1975), *Los límites al crecimiento*. (Trad. De Víctor Urquidi), Club de Roma, FCE.

Metzler (1945), "The stability of multiple markets: the Hicks conditions", *Econometrica*, No. 13, pp. 277-292.

Negishi, T. (1958), "A note on stability of an economy where all goods are gross substitutes", *Econometrica*, No. 26, pp. 445-447.

Oates, Wallace y Maureen Cropper (1992) "Environmental economics: A survey", *Journal of Economic Literature*, Vol. 30, no. 2, Junio, pp. 675-740.

O'Connor, James, (2001), *Causas naturales. Ensayos de marxismo ecológico*. Ed. Siglo XXI, México.

Pearce, David (1985), *Economía ambiental*, FCE. México.

----- (2002), "An intellectual history of environmental economics", en *Annual Review Energy and Environment*, No. 27, p. 57-81.

Pigou, Arthur, "Producto marginal social y producto neto marginal privado: definiciones" en Aguilera, Federico y Alcántara, *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Icaria. Barcelona, 1994.

Repetto, Robert (1988a) *The Forest for the Trees? Government Policies and the misuse of forest resources*, World Resources Institute.

Repetto, R (1988b) *Public policies and the misuse of forest resources*, A World Resources Institute, editado por Robert Repetto y Malcolm Gillis.

Robbins, Lionel (1938) "Interpersonal comparisons of utility: A comment", 1938, en *Economic Journal*, No. 635 No. 41 December. 25.

Rocabert, Joan Pasqual (2005), “Nuevos instrumentos de política ambiental”, en Documento de trabajo 05.10, Departament d’Economia Aplicada.

Salvadori, Neri y Heinz Kurtz (2003), “Fund-flow versus flow-flow in production theory: reflections on Georgescu-Roegen’s contribution”, en *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 51, p. 487-505.

Scitovsky (1970), Ensayos sobre bienestar y crecimiento / Traducción por José Casas Pardo. Ed. Tecnos. Madrid, España.

Samuelson (1956), “Social indifference curves”, *Quarterly Journal of Economics*, No. 70.

----- (1941), “The stability of equilibrium”, *Econometrica*, No.9, pp. 97-120.

----- (1947), “*Foundations of economic analysis*”, Cambridge, Mass., Harvard University Press.

Scarf H. (1960), “Some examples of global instability of the competitive equilibrium”, *International Economic Review*, No. 1, pp. 157-172.

----- (1973), *The computation of economic equilibria*, (en colaboración con T. Hansen), New Haven, Yale University Press.

Sen, Amartya (2001), La desigualdad económica. Ed. FCE, México.

----- (1970), *Collective choice and social welfare*, North Holland Press, Amsterdam, New York.

Stiglitz, Joseph (1998), *Microeconomía*, (Trad. Gonzalo Gómez Hoyo). Ed. Ariel. Barcelona, España.

Townsend, Keneth, “Is the entropy law relevant to the economics of natural resource scarcity?”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 23(1992) pp. 96-100.

Varian, Hall (1999), *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual*, 5ta. Edición, Ed. Antoni Bosch, Barcelona, España.

Viner, J. “Cost curves and supply curves”, *Zeit Nationalökonomie*, Septiembre 1931, 3, pp. 23-46. Reimpreso en *Readings on price theory*. New Cork; JThe blakiston Co., 1953.

Zamagni, Stefano (1999), “Georgescu-Roegen on consumer theory: An assessment”, en Mayumi, Kozo y John M. Gowdy Eds., *Bioeconomics and Sustainability. Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen*. Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido.