

Trabajo Final de Máster de Historia Económica:

LA VISIÓN ENERGÉTICA EN EL ANÁLISIS ECONÓMICO: ¿MARX O PODOLINSKY?

Autor: Juan Monsalve.

Tutor: Javier San Julián.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo conocer y analizar los argumentos utilizados por la escuela de economía ecológica y la ecosocialista en el debate sobre quién es el precursor del enfoque energético en el análisis económico: ¿Podolinsky o Marx? Este debate es importante, porque a pesar de que las dos escuelas se basan en conceptos, enfoques y metodologías similares, esta divergencia ha impedido la conformación de una escuela única de pensamiento ecológica marxista. Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión bibliográfica para cada escuela en la que analizan los trabajos de Podolinsky y Marx escritos en la segunda mitad del siglo XIX. Como resultado de la investigación se puede concluir que las dos escuelas han construido sus argumentos con bases científicas e históricas, y que están en un diálogo permanente que, siendo optimistas, facilitará el camino a la construcción de un marco teórico y herramientas analíticas consistentes.

Palabras Claves: Historia Económica – Pensamiento Económico – Metabolismo Social - Análisis Energético - Economía Ecológica – Ecosocialismo

ABSTRACT

This work has as its objective to know and analyze the arguments utilized by the ecologic economy school and the eco socialist in the debate about who was the first to state the energetic view in the economic analysis: Was it Podolinsky or Marx? This debate is important because even though the two schools are based on similar methodologies, approaches and concepts, there has not been agreement and therefore it has not been possible to unify into one with unique Marxist ecologic thought. For the development this investigation carried out a bibliographical for each school where both analyze Podolinsky and Marx works published in second half of the XIX century. As a conclusion from this work, we can conclude that both schools have made their arguments with historic and scientific bases and that they are in permanent dialog and, if we are optimist, it will facilitate the way to build a theoretical framework with corresponding consistent analytical tools.

Key Words: Economic History - Economic Thought - Social Metabolism - Energy Analysis - Ecological Economics – Ecosocialism

I. INTRODUCCIÓN

La historia del pensamiento económico se caracteriza por una constante confrontación de ideas tanto en temas teóricos, como metodológicos y epistemológicos. Un ejemplo de estos debates es el que tuvo lugar entre los economistas clásicos y los marginalistas sobre los determinantes del valor relativo de los bienes, servicios y factores de producción; para los clásicos el valor se determina por las horas de trabajo y para los marginalistas por la utilidad marginal. En el campo metodológico es famoso el debate entre Gustav von Schmöller y Carl Menger, el primero representante de la escuela histórica alemana y el segundo de los marginalistas austriacos, sobre el método en la economía. En el ámbito epistemológico, el objeto de estudio de la economía fue debatido entre Marx y los economistas clásicos y neoclásicos, el primero consideraba que el objeto de estudio debe ser sociedad, los segundos las clases sociales y los últimos los individuos.

¿Por qué es importante conocer los debates? A más de que el estudio de los debates permite conocer diferentes puntos de vista sobre un tema específico, también permite comprender el camino por el que está avanzando la economía. El “triunfo” de una postura sobre la otra tiene una influencia importante en campo académico e investigativo. Un ejemplo de esto se puede evidenciar al analizar las mallas curriculares de la gran mayoría de facultades de economía en las que es evidente un dominio de la economía de mercado y de herramientas analíticas formales; pero también en las publicaciones donde, muchas veces, el filtro de selección de los artículos es sobre todo ideológico.

Si bien en los debates señalados participan posturas antagónicas, también estas confrontaciones tienen lugar dentro de escuelas de pensamiento similares; es el caso del entre la economía ecológica y del ecosocialismo. Estos dos movimientos coinciden en su crítica al capitalismo, considerándolo como un sistema perjudicial al “equilibrio” metabólico entre la sociedad y la naturaleza y en la necesidad de incluir en el análisis económico un enfoque energético, pero no llegan a un acuerdo en sus orígenes, lo que habría impedido la consolidación de una escuela marxista de economía ecológica

(Burkett & Foster, 2008). El debate que se analizará es sobre quién es el precursor del enfoque energético en el análisis energético; los ecosocialistas reconocen a Karl Marx (1818-1883) y Friedrich Engels (1820-1895) como los precursores; mientras que la economía ecológica a Sergei Podolinsky (1850-1891).

El acercamiento a este debate provocó la siguiente pregunta de investigación: **¿Cómo sustentan los economistas ecológicos y los ecosocialistas sus posturas sobre quién es el precursor del enfoque energético en el análisis económico?** Para contestarla se revisará la bibliografía de cada escuela, en la que se analiza documentos históricos de Marx, Engels, Podolinsky, etc.; y, documentos escritos por miembros de la economía ecológica y que se identifican con la Escuela de Barcelona como son José Manuel Naredo, Joan Martínez-Alier y Enric Tello, y del ecosocialismo que publican en la revista estadounidense *Monthly Review* como John Bellamy Foster, Paul Burkett, Joel Kovel, Hannah Holleman, Michael Löwy.

Este trabajo se divide en tres partes. La primera es una breve descripción del desarrollo intelectual de la economía ecológica y del ecosocialismo, que tienen orígenes comunes, y que se diferencian de la concepción económica ortodoxa que se centra en estudiar el mercado, dejando fuera de sus objetivos temas esenciales para la supervivencia de las sociedades humanas.

En la segunda y tercera sección, que constituyen la parte fundamental del documento, se analizan los postulados y reflexiones con los que los participantes del debate sustentan sus posiciones. En la segunda parte se analiza la posición de los defensores de Podolinsky. Se analizará cómo incluir la termodinámica como herramienta de análisis económico, modifica su visión con relación al funcionamiento del proceso económico y su relación con la naturaleza. También se revisará la propuesta de Podolinsky sobre la elaboración de una teoría del valor que reconcilie la economía con la termodinámica y se concluirá con las críticas que recibió de Engels.

En la tercera parte se trabaja con la postura del ecosocialismo. Se empieza con un análisis de la importancia que adquiere la naturaleza con el materialismo histórico y su

desarrollo histórico; después el concepto de “metabolismo social”, que para el ecosocialismo representa uno de los más importantes conceptos elaborados por Marx y que está presente en su obra *El Capital*; y se concluirá analizando las consecuencias que tiene la implementación del sistema de producción capitalista provoca una “fractura metabólica”, que pone en riesgo la sostenibilidad del “metabolismo social”.

Concluye el documento con conclusiones obtenidas en la investigación, así como la postura personal sobre el tema y una propuestas de futuras investigaciones.

II. REPASO HISTÓRICO DEL PENSAMIENTO ECOLÓGICO EN LA ECONOMÍA

En la antigua Grecia Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) realizó la distinción entre dos vocablos: *oikonomia*¹ y *chrematistike*². El primero se refiere al arte de aprovisionamiento de los medios materiales del hogar con el objetivo de la satisfacción de las necesidades humanas; y el segundo es el estudio de la formación de los precios de mercado y su objetivo es el ganar dinero. La distinción realizada por Aristóteles generó un debate sobre el objetivo y campo de acción de la economía que se mantiene hasta la actualidad.

En la obra de Carlos Marx (1818-1883) se puede distinguir la diferencia entre economía y crematística. En el inicio de su obra *El Capital* escribió que “la riqueza de las sociedades, en las que domina el modo de producción capitalista, se presenta como un “enorme cúmulo de mercancías”; y, la mercancía individual como la forma elemental de esa riqueza” (Marx, 2010 [1867]); a continuación, se refirió al carácter “bifacético” de la mercancía al ser al mismo tiempo valor de uso y un valor de cambio. El primero relacionado con las características físicas de la mercancía para satisfacer las necesidades humanas; y el segundo permite una relación cuantitativa entre mercancías, que facilita su intercambio.

¹ Palabra que proviene del sustantivo *oikos* que significa hogar, y del verbo *nemo* que significa distribuir y administrar.

² La palabra *chrematistike* se deriva del griego *chremata*, la misma que significa, bienes, riqueza, dinero.

En las décadas de 1880 y 1890 se desarrolló un debate entre los representantes del historicismo alemán y del marginalismo austriaco, conocido como el *Methodenstreit*³. Tanto Max Weber (1864-1920), historicista, y Carl Menger (1840-1921), marginalista, reconocieron en las ciencias sociales dos enfoques distintos: el substantivo relacionado con el vocablo “*oikonomia*” y el formalista con la “*chrematistike*”. Pero fue Karl Polanyi⁴ (1886-1964) quien introdujo estos dos enfoques en la economía, señalando lo siguiente:

“One simple recognition, from which all attempts at clarification of the place of the economy in society must start, is the fact that the term economic, as commonly used to describe a type of human activity, is a compound of two meanings...The first meaning, the formal, springs from the logical character of the means-ends relationship, as in economizing or economical; from this meaning springs the scarcity definition of economic. The second, the substantive meaning, points to the elemental fact that human beings, like all other living things, cannot exist for any length of time without a physical environment that sustains them; this is the origin of the substantive definition of economic. The two meanings, the formal and the substantive, have nothing in common.” (Polanyi, 2013 [1977]).

La idea básica en Polanyi es que la economía formal privilegia el análisis matemático-abstracto y no considera aquello relacionado con la vida de los seres humanos como energía, materiales, bienestar, felicidad, equidad, etc., mientras que la economía substantiva se centra en la satisfacción de las necesidades humanas. Con el triunfo del marginalismo, y su teoría del valor determinado por la utilidad, el enfoque formal alcanzó un predominio en la económica; lo que provocó una pérdida significativa en el poder explicativo de la teoría económica, siendo necesario incluir un enfoque substantivo (Polanyi, 2013 [1977]).

³ Disputa de los Métodos. La discusión es sobre que método, deductivo o inductivo, que debe seguir la economía como la ciencia formal que se estaba consolidando.

⁴ Polanyi es considerado el fundador de la antropología económica.

Georgescu-Roegen (1906-1994), considerado uno de los fundadores de la Economía ecológica⁵, reconoció estos dos enfoques en la economía, pero los denominó como “aritmomorfismo” y “dialéctica”. El primero tiene relación con la economía formal y el segundo con la substantiva. Una diferencia entre los dos enfoques es la conmensurabilidad de los fenómenos; en el caso del “aritmomorfismo” la medición es clara y no representa un problema mayor, por ejemplo, calcular el valor de los servicios ambientales en términos monetarios; por el otro lado, en lo dialéctico la medición resulta más complicada debido a que las relaciones entre los agentes económicos son más difíciles de explicar, así como los límites de la economía con otras ciencias a través de modelos matemáticos. Un ejemplo de concepto de dialéctico es la relación entre las sociedad y la naturaleza (Gerber & Scheidel, 2018).

Bajo este contexto, la economía ecológica y el ecosocialismo entran en la categoría de la economía substantiva y proponen utilizar el concepto de “metabolismo social” para poder entender y explicar la relación dialéctica entre sociedad y naturaleza; además de la necesidad de determinar metodologías que permitan expresar las necesidades humanas, no a través de precios de mercado, sino en términos energéticos y materiales. Más específicamente y siguiendo a Mario Giampietro (1983-), el “metabolismo social” estudia las transformaciones de energía y materia que suceden dentro de un sistema abierto social, como es el caso del sistema económico, y de éste con su entorno (Gerber & Scheidel, 2018).

En la Tabla # 1 se señalan las diferencias entre la economía ortodoxa y la economía ecológica en ámbitos que son tratados en el desarrollo de esta investigación.

⁵ De acuerdo con Martínez Alier, Georgescu-Roegen es el economista ecologista más reconocido en la actualidad.

TABLA # 1: Diferencias entre la economía y economía ecológica.

Ámbito	Economía	Economía ecológica
Origen	Creematística	Oikonomia
Objetivo	Asignación de recursos escasos a fines alternativos	Uso de energía y materiales en ecosistemas donde viven seres humanos
Sistema económico	Cerrado	Abierto
Conmensurabilidad ⁶	Fuerte, todo los elementos de la economía se miden en dinero.	Débil, inconmensurabilidad de los elementos de la economía
Pregunta que trata de responder	¿Cómo distribuir los recursos en forma óptima bajo el principio de escasez?	¿Sí los precios están bien definidos en el mercado?
Se apoya en otras ciencias.	No	Sí (ecología, sociología, antropología, física)

Fuente: Martínez Alier & Schlüpmann, 1991.

II.I. EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO ENERGÉTICO EN LA ECONOMÍA

Joan Martínez Alier (1939-) identifica el primer intento de introducir el análisis energético en la economía en el trabajo de Sergie Podolinsky; su idea principal, que la sustenta analizando el trabajo agrícola, es que una sociedad es viable siempre y cuando el rendimiento del trabajo, en términos energéticos, sea por lo menos igual a la energía empleada en desarrollar ese trabajo; en esta misma línea, se encuentra Eduard Sacher (1843-1892), que en 1981 publica su obra *Fundamentos de una Mecánica de la Sociedad*, en la que destaca la importancia de las ciencias naturales en el desarrollo de una economía racional; ambos autores tuvieron influencia de Marx y eran socialistas.

Ya en el siglo XX, el trabajo de Josep Popper-Lynkeus (1838-1921), considerado como uno de los fundadores del “utopismo ecológico”⁷, fue el pionero en calcular la cantidad

⁶ El concepto de inconmensurabilidad está relacionado con la comparabilidad de valores. “Se dice que hay una comparabilidad fuerte de valores cuando es posible ordenar objetos o situaciones para ser valorados de acuerdo con un solo tipo de valor” y “hay una comparabilidad débil de valores cuando hay diferentes tipos de evaluación”. “Desde nuestro punto de vista, la economía ecológica descansa sobre la base de una comparabilidad débil de valores, pero (en determinados casos) incluye también otros métodos, que implican fuerte comparabilidad y aún fuerte conmensurabilidad” (Martínez Alier, 1999)

⁷ En forma paralela al Utopismo Ecológico, se desarrolla el darwinismo social. La diferencia es que el primero plantea la igualdad entre todos los agentes, y el segundo el triunfo de la clase que maneja, o se adapta, de mejor forma a la energía disponible y la gestiona más eficientemente.

de trabajo que garantice la satisfacción de las necesidades de una determinada población. Formulando una propuesta de la organización social necesaria para lograrlo, proponía una economía que tenga como objetivo el uso decreciente de los recursos no renovables, y su sustitución por combustibles vegetales. Sus planteamientos se encuentran en su tesis doctoral publicada en 1912. Otro de los considerados fundadores del “utopismo ecológico” es Karl Ballod (1864-1931), quien adoptó el sobrenombre de “Atlanticus”. Su principal obra se titula *El Estado del Futuro*, en la que calculó la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones. Estos dos autores tuvieron influencia e influyeron en Otto Neurath (1882-1945).

Neurath, en 1944, propuso la unificación de las ciencias, sin que esto signifique ningún tipo de reduccionismo ni un lenguaje único, cómo había sucedido en la teoría económica neoclásica, la propuesta era articularlas dentro de una “ciencia unificada”, como si se tratase de una enciclopedia, en donde las proposiciones científicas presenten una estructura lógica y no existan contradicciones. Un ejemplo de estas contradicciones

“es la que surge de la energética agrícola. La ciencia económica ha explicado la historia agraria y realizado predicciones sobre la economía agraria que va en esta dirección: cuando aumenta la “productividad” en la agricultura, la baja elasticidad-ingreso de la demanda de alimentos lleva a que la agricultura se halle en posición de transferir trabajadores y otros recursos a otros sectores de la economía, y esto es parte del proceso de crecimiento económico. Pero cabe dudar si esta ley económica ayuda a comprender el pasado o a predecir el futuro factible y deseable, porque, excluyendo el input directo de energía solar, la eficiencia energética de la agricultura moderna es menor que la de la tradicional” (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991)

Al igual que Popper-Lynkeus y Ballod, Neurath fue marxista, y en concordancia con su idea de unificar las ciencias, propuso que las proposiciones teóricas marxistas sobre el desarrollo ilimitado de las fuerzas de producción se conviertan en proposiciones relacionadas con el flujo de energía en la producción agrícola e industrial.

Popper-Lynkeus, Ballod y Neurath fueron cercanos al Círculo de Viena, en el que encontraron críticos importantes. Uno de estos fue Karl Popper (1902-1994), antimarxista y antihistoricista, que conjuntamente con Friedrich Hayek (1899-1992), criticaron la propuesta de la unificación enciclopédica de la ciencia. En el ámbito económico, también participaron en el debate sobre la eficiencia de la planificación centralizada en las economías socialistas, rechazando la idea de inconmensurabilidad y de una contabilidad de especies. Tanto en el debate sobre la unificación de las ciencias, como el de la inconmensurabilidad, Neurath no salió victorioso, y de acuerdo a Martínez Alier empezó el divorcio, que perdura hasta estos días, entre la economía y otras ciencias tanto sociales como naturales.

En 1950, William Kapp (1910-1976), considerado por muchos como el padre de la economía ecológica moderna, publica su obra *The Social Cost of Private Enterprise*. Señala que las necesidades humanas no pueden ser expresadas en valores determinados por los precios de mercado y que para su valoración es necesario considerar su dependencia e interacción con su entorno natural y social (Gerber & Scheidel, 2018). También planteó, que la conmensurabilidad no existía. Para Kapp “los costos sociales eran externos al mercado, serían valorados de distintas formas por distintos grupos, sin que pudiéramos acogernos a las valoraciones del mercado”, además señalaba que “los costos sociales repercutían a menudo sobre las generaciones futuras y por tanto su valor actual dependería de una arbitraria tasa de descuento” (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

En la ortodoxia también hubo trabajos que relacionan la economía con las ciencias naturales. Por ejemplo, el trabajo de Stanley Jevons (1835-1882), fundador del marginalismo inglés, publicó en 1865 *La Cuestión del Carbón*, en la que buscó la forma de distribuir el stock de carbón de manera que la utilidad por su uso se distribuya igualitariamente entre las diferentes generaciones. Siguiendo esta línea de teoría económica, no se encuentran más economistas que traten temas económicos y ecológicos y mucho menos relacionados con el análisis energético, pero sí documentos como los de León Walras (1834-1910), en los que enfrenta las críticas a la teoría

económica ortodoxa provenientes de las ciencias naturales, realizadas por científicos como Patrick Geddes⁸ (1854-1932), John Ruskin⁹ (1819-1900), Frederick Soddy¹⁰ (1877-1956).

Wilhelm Ostwald¹¹ (1853-1932) fue uno de los pocos científicos naturales que escribió de temas energéticos y que tuvo incidencia en las ciencias sociales. Planteó la idea de que la disponibilidad de energía y la eficiencia de su uso era un determinante de la historia humana; su falta de empirismo fue motivo de crítica de Max Weber (1964-1920) y de no citar a autores como fue el caso de Podolinsky.

Si bien esta breve revisión del desarrollo intelectual de la economía ecológica empieza a finales del siglo XIX, actualmente se reconoce como su precursor moderno al economista rumano Georgescu-Roegen (1906-1994). De acuerdo con Martínez Alier, su principal aporte es la realización de las modificaciones teóricas necesarias para poder realizar el análisis insumo-producto, teniendo en cuenta las leyes de la física y la imposibilidad del reciclaje total de los residuos (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991). Si bien se conoce de obras publicadas por Georgescu-Roegen en las que analiza la relación entre economía termodinámica anteriores a 1971, es en este año en la que se publicó su obra más influyente: *La Entropía y el Proceso Económico*.

Estudiosos de la obra de la Georgescu-Roegen, como lo es Jacques Grinevald (1946-), encuentran en ella influencia de Vladimir Verdansky (1863-1945) y Alfred Lotka (1880-1949). A este último se le atribuye los conceptos de consumo endosomático y

⁸ El trabajo de Geddes está relacionado con el “ecologismo urbano”. Su principal obra *Ciudades en movimiento* fue publicada en 1915. Geddes criticó a la teoría del consumo de los marginalistas, señalando la necesidad de relacionarla con la biología; además relacionó los diferentes períodos de la historia de la humanidad con el gasto de energía (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

⁹ Ruskin critica que la teoría económica marginalista se concentre en estudiar las transacciones mercantiles, plantea la necesidad de que su objeto de estudio sea el abastecimiento material de las sociedades humanas. Su principal obra es *Munera* y fue publicada en 1863 (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

¹⁰ Soddy, premio Nobel de Química 1921, fue un “persistente crítico de la ciencia económica de su tiempo, en especial del concepto de desarrollo; pensaba que Keynes, en su folleto *Las consecuencias económicas de la paz* (1914-18), se equivocaba al confrontar “el pesimismo maltusiano con el optimismo del crecimiento económico exponencial, sin referirse para nada a los suministros energéticos de la economía” (Martínez Alier, 1995).

¹¹ Sus estudios sobre los principios que rigen los equilibrios químicos y la catálisis le valieron la concesión del premio Nobel de Química en 1909.

exosomático de energía, “de hecho lo que se discute en la economía ecológica es si la elasticidad ingreso del consumo exosomático de energía (y de materiales) es mayor que cero, o incluso mayor a la unidad” (Martínez Alier, 1994). Con relación a Verdansky, Martínez Alier niega esta influencia debido a que Georgescu-Roegen no conoció el trabajo de Podolinsky¹², al que Verdasky, a diferencia de Engels, alabó en su libro *Géochimie*, publicado en 1924. Por otro lado, si estaba familiarizado con el el trabajo de Engels, *La Dialéctica de la Naturaleza*, en la que encontró desafortunadas observaciones sobre la Ley de la Entropía, y prefirió “destacar la anticipación de Engels para combatir una absurda teoría del valor-energía” (Martínez Alier, 1994).

Empezando con Podolinsky, pasando con Popper, Balord, Neurath, Ostwald, Kapp y Georgescu-Roegen, a partir de los años ochenta se han empezado a desarrollar diferentes metodologías con el objetivo de dar una visión energética a la economía, en sustitución o complemento, de la visión crematística que actualmente tiene predominio. Desde la década de 1960 se pueden identificar, por lo menos, seis metodologías en este sentido (Gerber & Scheidel, 2018):

1. Multi-Scale Integrated Analysis of Social and Ecosystem Metabolism (MuSIASEM).
2. Material and Energy Flow Accounting (MEFA).
3. Análisis de Flujo de materia y substancia;
4. Análisis *input-output*;
5. Análisis del Ciclo de Vital; y,
6. Análisis energético.

Cada una de estas metodologías ha sido desarrollada por diferentes grupos académicos y que defienden sus aplicaciones. En el caso de la MuSIASEM, esta ha sido desarrollada y defendida por la escuela de economía ecológica de Barcelona, que tiene sus orígenes, entre otros, en José Manuel Naredo (1942-), Joan Martínez Alier (1939-) y Enric Tello

¹² Martínez Alier sostendría que si Georgescu-Roegen hubiera conocido el trabajo de Verdansky también conociera el de Podolinsky, al respecto señala “ Georgescu-Roegen desconocía a Podolinsky hasta que yo mismo le enseñé en Bellaterra en mayo de 1980 el trabajo de Naredo y yo habíamos publicado en *Cuadernos del Ruedo Ibérico*, así como la fotocopias de los artículos de Podolinsky y de sus cartas a Marx sobre economía y energía (Martinez Alier, 1994).

(1956-)¹³. Son estos economistas los que participan en el debate que provocó esta investigación: ¿quién es el precursor del análisis energético en la economía? ¿Podolinsky o Marx?

La mayoría de autores que forman parte de este recorrido histórico de la economía ecológica tienen influencia de Marx, que como se señaló fue quien introdujo el concepto de “metabolismo social” en las ciencias sociales, pero a partir de Neurath y Kapp las contribuciones de los teóricos marxistas en el análisis energético han sido escasas; situación que se justifica por el dogmatismo que caracterizó a los autores marxistas, además de la falta de preocupación sobre los recursos naturales durante el socialismo real en la URSS.

Dos excepciones se pueden señalar, Aleksándrovich Bogdáov (1873-1928) y Nikolái Bujarin (1888-1938). El primero, siguiendo a Ostwald, pensaba que la energía era la sustancia universal, relacionó el estudio del flujo de energía y la selección natural; su postura fue rechazada por Lenin por la imposibilidad de definir el concepto de “fuerzas productivas” en términos de energía disponible. Bujarin, por otra parte, trató de traducir aspectos del materialismo histórico al vocabulario de la energética social; su principal aporte fue el de señalar que la sociedad necesita extraer de la naturaleza más energía de la que gastaba para sobrevivir. Pero su tesis fue calificada de mecanicista fundamentalmente por no contar con evidencia empírica (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

Es a principio del siglo XXI cuando el marxismo empieza a plantear la necesidad de incluir el análisis energético en las ciencias económicas, teniendo impacto en la academia autores como Joel Kovel (1936-2018), Manuel Sacristán (1925-1985), Michael Löwy (1838-), Enrique Leff (1946-) y John Bellamy Foster (1953-); siendo este último autor, conjuntamente con un grupo de economistas que publican en la prestigiosa revista estadounidense *Monthly Review*, quien sostiene que el concepto de “metabolismo social” constituye uno de los logros intelectuales de Marx, rechazando la postura de los

¹³ Martínez Alier, conjuntamente con Naredo, trajeron a la luz el desacuerdo de Engels con Marx con el análisis energético planteado por Podolinsky (Tello, 2016).

economistas ecologistas en reconocer a Podolinsky como el fundador del análisis energético, el cual será analizado en el desarrollo de este documento.

III. LA ECONOMÍA ECOLÓGICA Y PODOLINSKY

En esta sección se describirán los argumentos que utiliza la economía ecológica para reconocer a Podolinsky como el precursor de incluir una visión energética en el análisis económico.

III.I. LA ECONOMÍA Y LA TERMODINÁMICA

El surgimiento de la teoría económica moderna en el siglo XVIII, se produce en una etapa de transición en lo referente a la concepción del mundo, pasando de una concepción organicista a una mecanicista; lo que significaba el abandono del paradigma religioso que durante el Medioevo explicó el mundo, y el surgimiento de la ciencia que a través de leyes materiales inmutables podía ahora explicarlo. Pero este cambio de visión no cambió el carácter antropocéntrico de la visión organicista; sino que fue “sustituido por otro nuevo y más eficiente que permitió elevar el orgullo de los hombres a las más altas cotas y ejercer un profundo desprecio por el entorno material en que se desenvolvía su existencia”; en otras palabras, la sacralización de la ciencia implicó una desacralización de la naturaleza (Naredo, 1996).

En 1687, Isaac Newton (1642-1727) publicó *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* estableciendo las tres leyes que rigen el movimiento; así como un conjunto de fórmulas matemáticas que lo explican. Este éxito de la física en general y de la mecánica específicamente, pronto fue emulado por la ciencias sociales y es en este contexto en el que, en 1776, se publica la *Riqueza de las Naciones* de Adam Smith (1723-1790), en la que se define a la economía política como “una rama de la ciencia del hombre de estado o legislador, se plantea dos objetivos distintos: el primero, conseguir un ingreso o una subsistencia abundantes para el pueblo, o más precisamente que el pueblo pueda conseguir ese ingreso o esa subsistencia por sí mismo; y en segundo lugar, proporcionar al estado o comunidad un ingreso suficiente para pagar los servicios públicos” (Smith, 1996 [1776]).

En el concepto de Smith se puede evidenciar una impronta mecanicista, cuando reduce lo económico a un “microcosmo dentro de lo político” creando el campo propicio para la aplicación de las matemáticas en la explicación de los procesos económicos. Naredo plantea que las principales diferencias de la visión mecanicista con la organicista es que esta última consideraba el “todo, que en el enfoque organicista anterior era la razón de ser de las partes, perdió su propia entidad para convertirse en un simple agregado al que se pensaba acceder cómodamente a través del análisis parcelario, análisis que sacrificaba la diversidad e interrelación de las partes con su entorno para abstraer los rasgos de un comportamiento mecánico y causal que permitiera su manipulación aislada” (Naredo, 1996).

Con el avance de la economía, siempre buscando emular la objetividad de las ciencias naturales, se fue alejando del resto de ciencias sociales. Esto se evidencia en la definición más aceptada de economía elaborada por Lionel Robbins (1898-1984), alineado a la economía neoclásica, quien considera que “la economía es la ciencia que estudia la conducta humana como una relación entre fines y medios limitados que tienen diversas aplicaciones” (Robbins, 2014 [1932]). Es interesante notar cómo este concepto se refiere a la economía y no a la economía política, lo que reafirmaría un divorcio con cualquier otra ciencia social, además de reducir a la economía a un conjunto de actividades que tienen como objetivo superar la escasez. Así la economía reduce cada vez más su campo de acción, apoya el surgimiento del “*homo economicus*” y aumenta su dependencia analítica de las matemáticas, con lo que cada vez busca más parecerse a la mecánica.

Con relación a la influencia de la mecánica en los fundamentos de la teoría económica moderna. Georgescu-Roegen señala que los

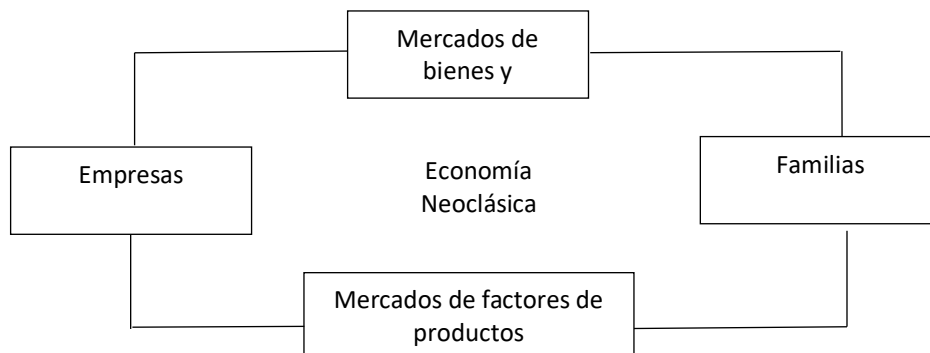
“primitivos constructores tuvieron tanto éxito con su magno plan que la idea del proceso económico como analogía mecánica ha venido desde entonces dominando por completo el pensamiento económico. De acuerdo con este esquema, el proceso económico no produce cambio cualitativo alguno ni se ve afectado por el cambio cualitativo del entorno en que se encuentra

anclado. Tal como lo describen los manuales más elementales, es un proceso aislado, independiente y ahistórico, un flujo circular entre producción y consumo, sin entradas ni salidas.” (Georgescu-Roegen, 1996).

Nicholas Georgescu-Roegen critica esta intención de aislar la economía; plantea que, incluso en el caso de las ciencias naturales, es imposible encontrar estos límites. Concluye que todas las ciencias presentan “fronteras dialécticas” y, en el caso de la economía son mucho más extensas que las de cualquier ciencia natural (Georgescu-Roegen, 1996). Un ejemplo de este tipo de fronteras es la existente entre la física y la economía.

Al considerar la teoría clásica y neoclásica a la economía como un sistema circular, el papel de la ciencia económica es puramente crematístico y el sistema funciona como un “**perpetuum mobile**” que mantiene siempre el equilibrio y en el que el dinero juega un papel primordial y todos los procesos son reversibles (Martínez-Alier, 1988).

GRÁFICO # 1: CONCEPCIÓN DE LA ECONOMÍA COMO UN SISTEMA CERRADO DE LA ECONOMÍA NEOCLÁSICA



Fuente: Martínez-Alier, 1988.

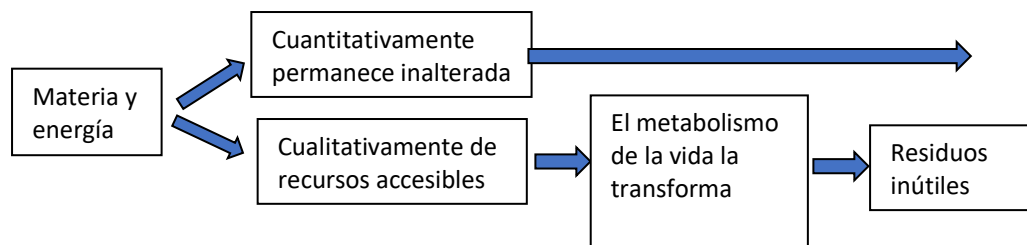
El triunfo de la teoría económica neoclásica sobre la clásica, conocido también como la “revolución marginalista”, se produce durante el último cuarto del siglo XIX¹⁴, pero se mantiene la visión mecanicista. Paralelamente, se producía otra revolución en la física:

¹⁴ Si bien la Revolución Marginalista tuvo lugar en el último cuarto del siglo XIX, el triunfo neoclásico se produce a finales del XIX y principios del XX; siendo una fecha clave en este proceso el año de 1890 por la publicación de los Principios de Economía de Alfred Marshall.

el nacimiento de la termodinámica¹⁵ que contradice la idea de la mecánica sobre la no irreversibilidad de los cambios cualitativos en la naturaleza porque los físicos demostraron que, si dos cuerpos tienen diferentes temperaturas, el calor se transmite del más caliente al más frío y no en la otra dirección. Desde el punto de vista económico

“...la importancia de esta revolución supera al hecho de que acabó con la supremacía de la epistemología mecanicista en la física. El hecho significativo para el economista consiste en que la nueva ciencia de la termodinámica comenzó como física del valor económico y, en esencia, puede seguir contemplándose en ese sentido. La Ley de la Entropía por sí misma aparece como la de carácter más económico entre todas las leyes de la Naturaleza.” (Georgescu-Roegen, 1996)

GRÁFICO # 2: COMPORTAMIENTO DE LA ENERGÍA EN EL TIEMPO BAJO LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA



Fuente: Dussel, 2014.

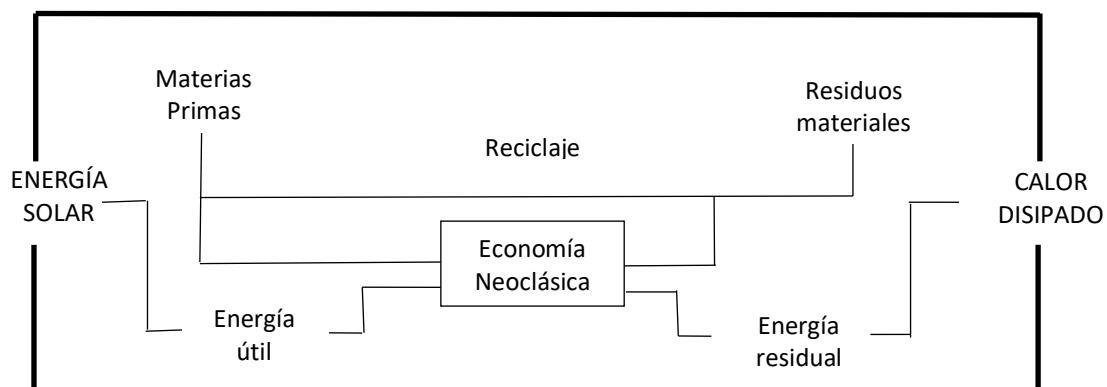
La termodinámica se basa, fundamentalmente, en dos leyes: La Ley de Conservación de la Energía y la Ley de la Entropía. La primera plantea que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma; por lo tanto, cuantitativamente es constante en todo el universo. Mientras, la Ley de la Entropía señala que la “materia-energía se está degradando continuamente desde una forma disponible a una no disponible,

¹⁵ La termodinámica es la rama de la física que estudia la relación entre el calor y las otras formas de energía, y que analiza los efectos macroscópicos causados por los cambios de temperatura, presión, densidad, masa y volumen en cada sistema.

independientemente si la vida está presente o no y, por consiguiente, con independencia de si la usamos para obtener trabajo o no” (Georgescu-Roegen, 1994).

Para muchos físicos, la Ley de la Entropía es una ley fundamental de la naturaleza, de la misma importancia que la Ley de la Inercia en la mecánica newtoniana; y, para algunos economistas heterodoxos y con preocupaciones ambientales, esta ley es la más económica de todas las leyes físicas (Georgescu-Roegen, 1996). La inclusión de la Ley de la Entropía en el corpus teórico y analítico de la economía exige modificar la visión de la economía como un sistema cerrado y considerarlo como un sistema abierto.

GRÁFICO # 3: CONCEPCIÓN DE LA ECONOMÍA COMO UN SISTEMA ABIERTO DESDE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA



Fuente: Martínez-Alier, 1988.

La visión de un sistema abierto implica la necesidad de una entrada permanente de energía (en este caso proveniente del Sol) que, por medio de procesos biológicos y geológicos, se transforma en materia-energía útil para ser utilizada en la producción de satisfactores que cubran las necesidades de las sociedades humanas. Como resultado de la transformación, además de los satisfactores, se producen desperdicios de dos tipos: calor disipado (Ley de la Entropía) y residuos materiales que pueden volver a ser reutilizados parcialmente (Martínez Alier, 1988).

Bajo este contexto, el ámbito de acción de la economía no se reduce a un mero papel crematístico, sino que tiene dos nuevas funciones o ámbitos de acción para su correcto funcionamiento: contar con un suministro adecuado de energía útil y poder manejar

adecuadamente los residuos para que no contaminen la naturaleza. Estas dos nuevas funciones modifican la relación entre la economía y la naturaleza, y exigen reconsiderar el papel de los recursos naturales y de los servicios ambientales en la producción (Martínez Alier, 1988).

Es a partir de los años sesenta del siglo anterior cuando la preocupación sobre el deterioro ambiental gana terreno en la ciencia económica y se desarrollan dos corpus teóricos que tratan el tema de la contaminación ambiental desde dos perspectivas.

La primera es la economía ambiental, que trata de resolver los problemas ambientales utilizando herramientas aplicadas por la economía neoclásica para explicar el comportamiento y resolver fallas del mercado¹⁶; además, plantea una visión de los procesos económicos multidisciplinar.

Por otro lado, la economía ecológica rechaza la propuesta de la economía ambiental y propone una visión no solo multidisciplinar sino transdisciplinar, creando un único corpus teórico para analizar la relación economía-naturaleza, en el que convergen otras ciencias como la ecología, la biología y la termodinámica (Hartley, 2008). La economía ecológica también “ha de preocuparse de la naturaleza física de los bienes que se gestionan y la lógica de los sistemas que los envuelven”, sobrepasando conceptos económicos presentes en la determinación del valor y el precio de los bienes y servicios, como son la escasez, la oferta y la demanda y “considerar la renovación de los recursos empleados, hasta la nocividad y el posible reciclaje de los residuos generados”; todo con el objetivo de proponer un marco institucional para que se formulen políticas que solucionen los daños causados en la naturaleza por la producción económica (Naredo, 2011). Esta nueva visión transdisciplinar exige introducir el enfoque energético en el análisis económico.

¹⁶ La pregunta que se plantea desde la Economía Ambiental es la siguiente: ¿cómo puede resolver el mercado la crisis ambiental que se está produciendo?

III.II. EL ASUNTO PODOLINSKY

¿Quién fue Sergei Podolinsky? Sergei Podolinsky fue un médico ucraniano nacido en el año 1850 en el seno de una familia de terratenientes. Estudió ciencias naturales en la Universidad de Kiev, donde se identificó con el pensamiento socialista popular y con la economía política de Marx a través de Nikolai Sieber (1844-1888), considerado como el principal representante de la economía marxista en Rusia y en Ucrania.

Podolinsky finalizó sus estudios de médico en París y Zúrich, donde tuvo contacto con científicos como Claude Bernard (1813-1878), Gustave Hirn (1815-1990) y Étienne Jules Marey (1830-1904), quienes aplicaban las ideas emergentes de la termodinámica para analizar el trabajo humano. Concebían al ser humano, al igual que al resto de animales, como una “máquina perfecta”¹⁷, siguiendo el concepto desarrollado por el científico francés Sadi Carnot (1796-1832) al analizar la eficiencia de la máquina de vapor.

Las ideas de Podolinsky fueron publicadas en su artículo titulado *Human Labour and the Unity of Energy* en cuatro versiones entre 1880 y 1883¹⁸. Joan Martínez Alier analiza la propuesta de Podolinsky correspondiente a la versión publicada en la revista alemana *Die Neue Zeit* en 1883.

De acuerdo a Martínez Alier, Podolinsky fue el pionero en introducir una visión energética en el análisis económico y su intención fue la de reconciliar la teoría del valor trabajo con la termodinámica, en especial con la Ley de la Entropía, lo que suponía un intento de cerrar la brecha existente, presente en toda la teoría económica, entre las ciencias naturales y las ciencias sociales (Martinez Alier & Naredo, 1982).

¹⁷ La máquina perfecta o ideal de Carnot es la máquina que puede completar un proceso circular en el proceso de transformación del calor en trabajo, es decir puede transformar, nuevamente, el trabajo en calor (Burkett & Foster, 2008).

¹⁸ El trabajo de Podolinsky fue publicado en cuatro versiones. La versión en ruso fue publicada en 1880 en la revista rusa *Slovo*, la versión francesa en el mismo año en la revista parisina *La Revue Socialiste*, y en 1881 se publicó la versión italiana en la revista *La Plebe*, y una versión en alemán en 1883 en el número inaugural de la revista del partido social demócrata alemán *Die Neue Zeit* (Burkett & Foster, 2008).

Martínez Alier plantea que, la preocupación de Podolinsky se debía a que tenía una concepción de la Tierra como un sistema abierto que recibe energía desde el Sol; la misma que se transforma en materia vegetal, con lo que su disipación hacia la atmósfera en forma de calor es retardada, dando origen a la vida (Martinez Alier & Naredo, 1982).

Para Podolinsky, las plantas tienen la propiedad de acumular energía, que es consumida por los animales a través de alimentos. Una parte de la misma es transformada en trabajo mecánico y el resto es disipado a la atmósfera. La relación entre la energía guardada por la planta y la disipada por los animales determina la existencia de vida en la Tierra; si la energía disipada es mayor que la acumulada, la vida en la tierra se encuentra en peligro (Martinez Alier & Naredo, 1982).

“One can, that is to say, assume as undoubted that the existence of plants has the quality of affecting an accumulation of solar energy on the earth’s surface to a higher degree than that of animals. The coal deposits are a smoking gun in this regard. One should even recognize that despite the new theories (Bernard, et al.) about the unity of life in both kingdoms, animals lose a large quantity of their heat through respiration and movement, that is, they disperse much solar energy into space that that had been accumulated by plants. It is of course very difficult to ascertain the precise relation of the two quantities; it is certain, however, that humans, though certain activities dependent upon their wills, can increase the quantity of accumulated energy of planta life and reduce the quantity of energy disperse by animals” (Podolinsky, 2008 [1883]).

La cita anterior de Podolinsky introduce un concepto sobre la importancia del trabajo humano en la conservación de la energía sobre la Tierra. Si bien reconoce, coincidiendo con la Ley de la Conservación, que nada puede ser creado por medio del trabajo, pero sí puede ser útil para transformar la energía de una forma inferior a otra superior. Por lo tanto, considera que solo el trabajo humano es capaz de incrementar la cantidad de energía útil acumulada en la Tierra.

Para sustentar su punto de vista, realiza un análisis de los rendimientos en términos energéticos de diferentes agro sistemas con y sin intervención del trabajo humano. En este contexto, analiza la productividad energética del trabajo agrícola en Francia, comparando la producción entre los pastos naturales y artificiales; en el primer caso, calcula que la producción es igual a 6.375.000 kilocalorías¹⁹ por hectárea, mientras que con el trabajo humano este rendimiento es igual a 7.905.000 kilocalorías por hectárea, por lo que el aumento de la producción, en términos energéticos, es igual a 1.530.000 kilocalorías por hectárea. En una segunda parte de sus análisis, calcula la cantidad de trabajo necesario utilizado en el incremento en la producción y concluye que son necesarias 50 horas de trabajo de animal y 50 horas de trabajo humano, que corresponden a 37.450 kilocalorías. Lo que significa que cada kilocaloría de trabajo aplicado en la creación de pastos artificiales produce un incremento de energía neto igual a 41 kilocalorías por hectárea (Podolinsky, 2008 [1883]).

En el párrafo anterior, es el trabajo humano y animal el que provoca este incremento de la producción por hectárea, tanto en términos físicos como energéticos, por lo que Podolinsky define al trabajo

“como el uso de la energía mecánica e intelectual acumulada en el organismo, tanto de animales como de los humanos, que tiene la capacidad de incrementar la cantidad de energía acumulada sobre la superficie de la Tierra. Si bien la definición de trabajo se deriva del ejemplo sobre los efectos, en términos energéticos, del trabajo humano y de animales en actividades agrícolas, Podolinsky también incluye en este concepto las actividades que tienen como objetivo impedir la dispersión de la energía en forma de calor en el espacio, como es el caso del trabajo del zapatero, del trabajador en la construcción, del sastre, etc. “(Podolinsky, 2008 [1883]).

¹⁹ Una caloría es una unidad energética que equivale a la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado centígrado un gramo de agua.

En este contexto, Podolinsky plantea el concepto de “trabajo útil”, que tan solo puede ser producido por el ser humano y por los animales que son manejados por él²⁰. Otra característica del trabajo útil tiene que ser un acto positivo y consciente del organismo, en este caso del ser humano²¹; es decir, es necesario que el trabajo tenga como objetivo incrementar la cantidad de energía²².

TABLA # 2: CALCULOS DE PODOLINSKY DE LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJO ANIMAL Y HUMANO EN TÉRMINOS ENERGÉTICOS POR HECTÁREA: FRANCIA 1870.

Sector	Producción (kg)	Producción energética (kcal)	Diferencia energética en comparación con los pastos naturales (kcal)	Trabajo invertido (kcal)	Energía acumulada por cada unidad energética en input (kcal/hora)
Pastos naturales	2.500	6.375.000			
Pastos artificiales	3.100	7.905.000	1.530.000	37.450	41
Cultivos de trigo	800 (grano) 2.000 (paja)	8.100.000	1.725.000	77.500	22

Fuente: Burkett & Foster, 2008.

En su trabajo, Podolinsky no solo se limita a definir trabajo útil, sino también trata de responder la siguiente pregunta: ¿de dónde proviene la energía con la que cuenta un ser humano para realizar el trabajo útil? La respuesta es que la fuente de esta energía

²⁰ Es así como el viento, las mareas y las corrientes de agua no producen ningún tipo de trabajo útil; y en esta misma categoría entran las máquinas, que, si bien pueden operar por largos períodos de tiempo, no realizan ningún tipo de trabajo útil.

²¹ Para explicar la característica del trabajo útil como un acto positivo, Podolinsky usó el ejemplo de la muerte de un caracol o una oruga: este acto pasivo de la muerte puede contribuir al crecimiento de la planta por el hecho de que ya no podrán destruir más material vegetal, pero nunca incrementar la oferta de energía.

²² Por consiguiente, tanto el movimiento de animales como el arrastre de un caracol o el aleteo de la mariposa no son considerados como trabajo útil, pues su objetivo es buscar alimentos. Estos movimientos los consideró, simplemente, como disipadores de energía.

es la ingesta de alimentos que, por medio de un proceso químico y en contacto con el oxígeno proveniente de la respiración, se transforman en calor, que puede transformarse en trabajo mecánico posteriormente (Podolinsky, 1995 [1880]). Como se señala al principio de esta sección, Podolinsky tuvo la influencia de científicos franceses que comparaban el funcionamiento de un organismo vivo con el de la máquina de vapor, de forma que podía determinarse su eficiencia. Gustave Hirn (1815-1890) y Hermann von Helmholtz (1821-1894) realizaron un experimento para calcular el coeficiente de eficiencia de la “máquina humana”, determinando su valor igual a un quinto (1/5). Podolinsky explicó el significado de este coeficiente en los siguientes términos:

“the economic coefficient of the human machine represents 20% or 1/5 of the total heat generated by the organism or, what is the same thing, that the human possesses the ability to transform 1/5 of the total energy added by nutrition into muscular labor. As is generally known, even the most advanced steam engines do not reach this quantity. This extraordinary capacity to convert lower forms of energy into mechanical labour is found to an even higher degree in some of the inner organs of the human body, e.g. in the heart” (Podolinsky, 2008 [1883]).

Podolinsky señaló que la eficiencia energética de la máquina humana es superior a la más avanzada máquina térmica conocida en esa época debido a dos motivos. El primero se refiere a la mayor complejidad del organismo humano que, aunque su única fuente de energía es la alimentación, tiene la capacidad de aplicar métodos adquiridos a través de la educación y la enseñanza que le ayudan a conservar la energía²³. La segunda diferencia es la gran diversidad del trabajo humano, reflejada en la cantidad de movimientos que puede realizar el cuerpo humano.

Después de realizar algunas consideraciones, como por ejemplo el hecho de que, durante una gran parte de su vida, los seres humanos no realizan ningún tipo de trabajo

²³ Un ejemplo de estos es el uso de la vivienda que, además de evitar la pérdida de energía, logra una mejor distribución del calor en el cuerpo humano (Podolinsky, 1880).

útil y que, además, tienen necesidades intelectuales que han de ser satisfechas, plantea que el coeficiente de eficiencia disminuye a 1/10. La determinación del coeficiente le permitió a Podolinsky la posibilidad de calcular, de una manera “precisa”, las condiciones necesarias para la vida humana sobre la Tierra²⁴; lo que significa que es necesario que el trabajo humano tenga una productividad, en términos energéticos, de 10:1, es decir que cada caloría invertida en trabajo humano produzca por lo menos diez calorías adicionales ²⁵ (Podolinsky, 1995 [1880]).

Podolinsky señaló que el cálculo del coeficiente, así como la productividad necesaria para la vida, se pueden lograr de manera “precisa” porque el organismo humano funciona como la “máquina perfecta” descrita por Carnot.

“Siguiendo nuestra analogía con la máquina térmica, vemos que en este caso se cumple precisamente la exigencia de Sadi Carnot de que el trabajo devuelva el calor consumido en la máquina de vapor. En la humanidad, esto se cumple a la perfección. El trabajo humano devuelve a los hombres, bajo forma de alimentos, ropa, vivienda y satisfacción de las necesidades psíquicas, toda la cantidad de energía que fue utilizada para la producción de ese trabajo. Ellos nos permiten concluir que la máquina que trabaja, llamada humanidad, satisface los requisitos expuestos por Sadi Carnot para la máquina perfecta.” (Podolinsky, 1995 [1880]).

Carnot plantea que solo cuando la máquina pueda invertir el proceso de energía-trabajo, se podrá tener una idea exacta de la cantidad de trabajo que contiene su producto, y esta característica solo se encuentra en la máquina humana, por lo que, al determinar

²⁴ “Creemos que hay un deseo explícito de parte de Podolinsky en usar la expresión marxista ‘las condiciones naturales de la existencia humana’” (Martínez-Alier & Naredo, 1982) . “Marx no formuló esta cuestión en términos de ecología humana; su interés era mostrar cómo variaban las condiciones de existencia, adoptando diferentes formas sociales a lo largo de la historia” (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991)

²⁵ Para Podolinsky, las necesidades las condiciones de existencia de los personas o pueblos primitivos son más fáciles de alcanzar; así el coeficiente de los pueblos primitivos sería igual a 1/6, y por lo tanto las condiciones necesarias de vida se alcanzarían con una productividad igual a 6:1.

su eficiencia, facilita determinar las condiciones necesarias para mantener la vida humana sobre la Tierra.

La idea de trabajo útil como las actividades realizadas por los seres humanos que tienen como objetivo incrementar la cantidad de energía humana tiene su contraparte: el conjunto de actividades con las que se provoca una disminución de las cantidades de energía acumuladas, al que denominó “malversación de energía” (Podolinsky, 1995 [1880]); concepto que tiene relación con su ideología socialista, que se evidencia cuando Podolinsky relaciona los diferentes modos de producción con su capacidad de incrementar la cantidad de energía acumulada a través del trabajo útil humano (Burkett & Foster, 2008).

TABLA # 3: MODOS DE PRODUCCIÓN Y SU CAPACIDAD DE INCREMENTAR LA ENERGÍA ACUMULADA EN LA CORTEZA DE LA TIERRA

Modo de producción	Impacto sobre la energía acumulada
Cacería y recolección	No acumula energía, debido a que se basan simplemente en el uso de energía acumulada ya existente.
Esclavismo	Acumula energía, pero de manera imperfecta, porque gasta grandes cantidades de trabajo útil en guerras y clases ociosas, como los dueños de los esclavos y los capataces.
Feudalismo	Acumula energía, debido al incremento de la productividad del trabajo, pero retiene la acumulación de energía debido a que se ve obligada a realizar el trabajo para el terrateniente.
Capitalismo	Incrementa la acumulación de energía a través de, pero también provoca una malversación energética debido a la sobreproducción y al desempleo, que permiten la dispersión del trabajo útil disponible.
Socialismo	Con el socialismo se maximiza la acumulación de energía.

Fuente: Burkett & Foster, 2008.

Si bien Podolinsky reconoce que la acumulación de energía es mayor en el capitalismo que en otros modos de producción, también admite que características propias de este sistema, como es la sobreproducción y el desempleo, impiden que la acumulación de energía se maximice. Por otro lado, considera al socialismo como el modo de producción que permite la mayor acumulación de energía (debido a la mejor distribución de la comida que caracteriza a este sistema), que faculta un mayor y mejor acceso de la población a bienes que aumentan el estado de salud (situación que incrementa la fuerza muscular y por lo tanto la capacidad de trabajo), que conlleva la mejor implementación de sistemas contables, que evitan el fraude y, por último, que acaban con las crisis de sobreproducción. Es así como, para Podolinsky, el socialismo es deseable porque bajo este sistema se logra la mayor efectividad del trabajo humano considerado como una máquina perfecta, es decir, se maximiza la cantidad de energía acumulada (Burkett & Foster, 2008).

El reconocimiento de Podolinsky de la malversación de energía que se produce en el capitalismo, resultado de sus propias contradicciones, a más de evidenciar su apoyo al socialismo, plantea la idea de que la vida en la tierra depende de la forma en que los flujos de energía, provenientes del sol, sean utilizados.

También cuestiona la medición en términos monetarios, tanto del valor como de la producción, y propone una nueva teoría del valor que permita su medición en términos energéticos, sin contradecir la utilizada por Marx en la que el trabajo es la única fuente del valor.

III.III. LA RESPUESTA DE ENGELS A PODOLINSY

Joan Martínez Alier y James O'Connor (1930-2017), pertenecen al grupo de autores que consideran que Marx y Engels no tenían preocupaciones ecológicas y por lo tanto reconocen a Podolinsky como el precursor del enfoque energético en el análisis económico, postura que fundamentan en los siguientes tres puntos (Burkett & Foster, 2008):

1. El rechazo de Marx y Engels el segundo principio de la termodinámica, basado en la Ley de la Entropía, contradice el primer principio de la termodinámica que se sustenta en la Ley de la Conservación de la Energía.
2. Marx, en su obra *El Capital*, no analiza la importancia del papel de los flujos energéticos en el desarrollo de la industria capitalista.
3. El rechazo de Marx y Engels de la propuesta de Podolinsky.

Con respecto al primer punto, Engels rechazó la Ley de la Entropía porque la consideraba contradictoria a la Ley de la Conservación de la Energía y pensaba que con el avance de la ciencia, algún día, se podría reutilizar la energía disipada como calor. El rechazo de Engels también se atribuye al forma teológica con lo que se aplicó la Ley de la Entropía, hecho que rechazó y por lo que la calificó como una ley burguesa

En relación con el segundo punto, si bien Marx reconoció que se producía un intercambio de energía y materia entre la naturaleza y la sociedad, intercambio mediado por la producción, no pensó que este fuera un hecho relevante para explicar la dinámica capitalista (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

De acuerdo con Burkett y Foster, es el tercer punto con el que Martínez Alier fundamenta su postura sobre el ecologismo de Marx y Engels en las obras de su etapa madura. Podolinsky, al igual que muchos científicos de la época, envió a Marx y a Engels, en 1880, una copia en italiano de su trabajo publicado en *La Plebe*²⁶ ese mismo año. No se conoce una respuesta de Marx, pero sí la opinión crítica de Engels sobre lo que denominó el “asunto Podolinsky” por dos cartas remitidas a Marx el 12 y 19 de diciembre de 1882²⁷.

²⁶ Órgano oficial de la sección italiana de la Primera Internacional.

²⁷ Estas cartas permanecieron en el olvido aproximadamente un siglo, y fueron recuperadas por Joan Martínez-Alier y José Manuel Naredo en 1979, al ser citadas en su artículo titulado La noción de fuerzas productivas y la cuestión de la energía. A partir de este momento, se convirtieron en piezas fundamentales para una buena parte de economistas ecologistas que sostienen la existencia de un divorcio entre la naturaleza y la economía en el análisis económico e histórico realizado por Marx y Engels.

La crítica de Engels se concentró en la propuesta de cuantificar el valor como la producción en términos energéticos, como una alternativa a la teoría del valor trabajo, en tres aspectos:

1. Su importancia económica.
2. Su aplicación al sector industrial.
3. El papel de las fuerzas productivas en los niveles de producción.

Con relación a la importancia económica, Engels identificó como la principal contribución de Podolinsky era la idea de “que el trabajo humano tiene el poder de fijar la energía solar sobre la superficie de la Tierra, permitiendo que su acción dure más de lo que duraría sin él”, pero concluyó señalando que “partiendo de este descubrimiento muy valioso, se ha extraviado por caminos equivocados porque estuvo tratando de encontrar en la ciencia de la naturaleza una nueva demostración de la verdad de socialismo, y con ello ha confundido la economía con la física”(Engels, 2011 [1882]).

Engels consideró que la medición en términos energéticos, al igual que la basada en términos monetarios, era reduccionista; además de no considerar las relaciones de producción, pieza fundamental en su análisis histórico económico. Enric Tello sostiene que la visión de Engels fue errónea, porque no entendió la verdadera intención de valorar la producción en términos energéticos, que fue la de desarrollar una metodología que permita explicar la relación entre el trabajo humano y la naturaleza en términos cuantitativos (Tello, 2016) y no realizar un análisis histórico y económico, aunque en la última parte de su documento relaciona los diferentes sistemas de producción con la acumulación de energía, resultado del trabajo humano²⁸.

Con respecto a su operatividad, Engels encontró la metodología utilizada por Podolinsky muy poco práctica, en especial en el caso de la industria que cada vez era más

²⁸ El trabajo de Podolinsky concluye con una sección en la que trata de correlacionar los diferentes modos de producción (esclavismo, feudalismo, capitalismo) y la acumulación de energía, el objetivo de esta sección fue demostrar como la productividad del trabajo, en términos energéticos fue diferente en cada sistema. Engels no prestó atención en esta sección (Martinez-Alier & Naredo, 1982).

heterogénea, aunque reconoció su validez para sociedades primitivas. Engels se refiere a este tema de la siguiente manera:

“En la industria se acaba todo cálculo: en la mayor parte de los casos, el trabajo aplicado al producto ya no puede expresarse en unidades de calor. Si, por ejemplo, esto sigue siendo posible en el caso de una libra de hilo, debido a que su tesura y resistencia pueden reducirse, con mucho trabajo, a una fórmula mecánica, ya aquí esto se manifiesta como una pedertería totalmente inútil; y en el caso de una pieza de género en bruto, y tanto más en el caso del género teñido y estampado, se vuelve absurdo. El valor energético de un martillo, de un tornillo o de una aguja, calculado de acuerdo al costo de producción, es una cantidad carente de sentido. En mi opinión, es absolutamente imposible tratar de expresar las relaciones económicas en magnitudes físicas” (Engels, 2011 [1882]).

El principal problema encontrado por Engels en la propuesta energética, y con relación al tercer punto, se resume en la siguiente pregunta: ¿cómo una cantidad dada de energía radicada en una cantidad dada de alimento puede dejar tras de sí una cantidad de energía mayor? (Engels, 2011 [1882]). Para responder esta pregunta, Podolinsky diferencia entre trabajo humano y trabajo económico, y explica el proceso de la siguiente manera:

“El trabajo económico realizado por las 10.000 calorías no consiste en modo alguno en la reproducción de las mismas 10.000 calorías, total o parcialmente, en esta forma o aquella. Por el contrario, la mayor parte de esta se pierde en el creciente calor y radiación del cuerpo, etc. y lo que de ellas queda son las potencialidades fertilizantes de los excrementos. El trabajo económico que ejecuta un hombre al emplear estas 10.000 unidades de calor consiste más bien en la fijación, durante un tiempo más o menos largo, de nuevas unidades de calor que le irradia el sol, y que tienen únicamente esta conexión de trabajo con las primeras 10.000 unidades de calor. Pero el que la nueva cantidad de calor fijada por aplicación de las

10.000 unidades de calor de la alimentación diaria lleguen a alcanzar 5.000, 10.000, 20.000 o 1.000.000 de unidades, únicamente depende del grado de desarrollo alcanzado por los medios de producción” (Engels, 1882) .

La respuesta de Podolinsky contradice la idea marxista sobre el carácter ilimitado del desarrollo de las fuerzas productivas, y plantea que este desarrollo estaría limitado por factores físicos y biológicos (Naredo, 1996), en este caso por la cantidad de energía obtenida por medio de la ingesta de alimentos y el coeficiente de eficiencia energética, que para Podolinsky era igual a 1:10.

Engels criticó la idea de que el organismo humano funciona como una “máquina perfecta” en el sentido de Carnot, que permite el cálculo del coeficiente de eficiencia energética, y que solo la alimentación es lo que permite realizar trabajo. Para Engels, el ser humano es un derrochador de la energía solar acumulada del pasado, y señala que Podolinsky se equivocó en su propuesta al no considerarlo en su análisis, ya que sin esta energía no sería posible producir más allá de la alimentación actual (Burkett & Foster, 2008). Con respecto a este punto, si bien es verdad que no considera el uso del carbón en su análisis energético, esto se debe a que su análisis energético se concentró en la agricultura, y no en la industria.

Según los defensores de la visión ecologista de Marx, y en relación al rechazo de Engels a la propuesta de Podolinsky, autores como Foster y Burkett afirman que no hubo tal rechazo debido a que su propuesta carecía de coherencia lógica (Tello, 2016). Además, plantean que Marx ya había contestado a Podolinsky en el primer libro de *El Capital* (publicado 15 años antes de que se publicara el trabajo de Podolinsky), cuando realizó una crítica al sistema capitalista, al explicar la explotación de la fuerza de trabajo en términos energéticos y escribió sobre la “fractura metabólica” que provoca el sistema de producción capitalista al separar el campo de la ciudad (Burkett & Foster, 2008).

IV. LOS ECOSOCIALISTAS Y MARX

En la sección anterior se trató cómo la introducción de la termodinámica en el corpus teórico de la economía ecológica modificó la visión de algunos economistas sobre el sistema económico y su relación con la sociedad y la naturaleza, para luego analizar la propuesta de Podolinsky sobre una nueva teoría del valor que tenga fundamentos energéticos y la respuesta que recibió de Engels. En la siguiente sección se analizará el trabajo de autores como Foster, Burkett, y Holleman defienden, desde el ecosocialismo, su postura de reconocer a Marx como el precursor del enfoque energético en el análisis económico.

IV.I. MATERIALISMO Y NATURALEZA

Durante toda la Edad Media y hasta finales del siglo XVII, predominaba una concepción teleológica del mundo, que lo consideraba como una creación de Dios a disponibilidad de los seres humanos para satisfacer sus necesidades.

En complicidad con la ciencia, la visión teleológica fue sustituida por una visión materialista mecanicista²⁹, en que las leyes que regulan la naturaleza no se derivan de las escrituras bíblicas y acepta la existencia de leyes mecánicas externas que gobiernan la naturaleza, pero siempre diseñadas por la Providencia, es decir por Dios.

Por otro lado, en Francia, en forma paralela al desarrollo del materialismo mecanicista, se generaba el movimiento materialista francés; en el que los principios religiosos pierden validez. La Mettrie (1709-1751), uno de sus representantes, planteó que todo se deriva de la materia y comparó el funcionamiento del cuerpo humano al de una máquina³⁰. Dentro de este mismo movimiento se encuentra Georges Louis Leclerc

²⁹ La visión mecanicista del mundo se desarrolló principalmente en Inglaterra a través de autores como Robert Boyle (1627-1691), Issac Newton (1643-1727) y John Ray (1627-1705). Marx y Engels señalan en su obra *La Sagrada Familia a Francis Bacon* (1561-1626) como el iniciador del materialismo inglés, pero reconocen en la obra de John Locke (1632-1704) donde mejor se sistematiza el pensamiento de Bacon.

³⁰ La influencia de La Mettrie se evidencia en la propuesta de Podolinsky y su idea de que el trabajo humano funciona como una "máquina perfecta"; mientras que, la idea de Leclerc tuvo influencia en Marx y su idea de "metabolismo social". Entre estas dos posturas, la de Leclerc fue la adoptada por las ciencias sociales.

(1707-1788) que pensaba que todo en la naturaleza estaba constituido por moléculas orgánicas, por lo que la concepción de la naturaleza era la de un organismo vivo que podría explicarse por sí mismo (Foster, 2000).

Marx y Engels son considerados como los fundadores del materialismo histórico, y en el caso de Marx su visión materialista se encuentra presente en sus primeros trabajos, y específicamente en su tesis doctoral titulada *Diferencia entre la Filosofía de la Naturaleza de Demócrito y la de Epicuro*; que fue escrita entre 1840 y 1841 y en la que reconoce al filósofo griego Epicuro³¹ (341a.C.–270a.C.) como el primer materialista.

La influencia de Epicuro en el materialismo de Marx se relaciona con su rechazo a la teología y a la teleología; al respecto Foster señala que

“La filosofía de Epicuro, resalta Marx, deriva gran parte del carácter que la distingue del hecho de que se opone tanto al determinismo de la física de Demócrito como a los principios teleológicos de la religión. Epicuro escribió que “Sería preferible seguir el mito los dioses que convertirse en esclavo del destino que postulan los físicos. Pues el primero sugiere una esperanza de compasión mediante el culto, mientras que el segundo es una necesidad inexorable. Pero es el azar lo que hay que aceptar, no a Dios, como cree la multitud” (Foster, 2000) .

El modelo de mundo de Epicuro estaba conformado por átomos que giran en un espacio vacío; que estaba regulado por dos principios (Foster, 2000):

- a) Nada es creado nunca, por el poder divino, de la nada.
- b) La Naturaleza...nunca reduce ninguna cosa a la nada.

³¹ El materialismo de Epicuro considera que toda la realidad está constituida por átomos que tienen la capacidad de un movimiento que no depende de pautas determinadas, sino que se unen o separan para conformar los objetos materiales. Con esta visión, se da espacio al libre albedrío y se aleja de cualquier explicación teológica; es decir introduce el concepto del azar y evolutivo; contradiciendo la idea aristotélica de que todo fue creado por una “causa final”; idea que se encuentra vigente en el materialismo inglés y francés.

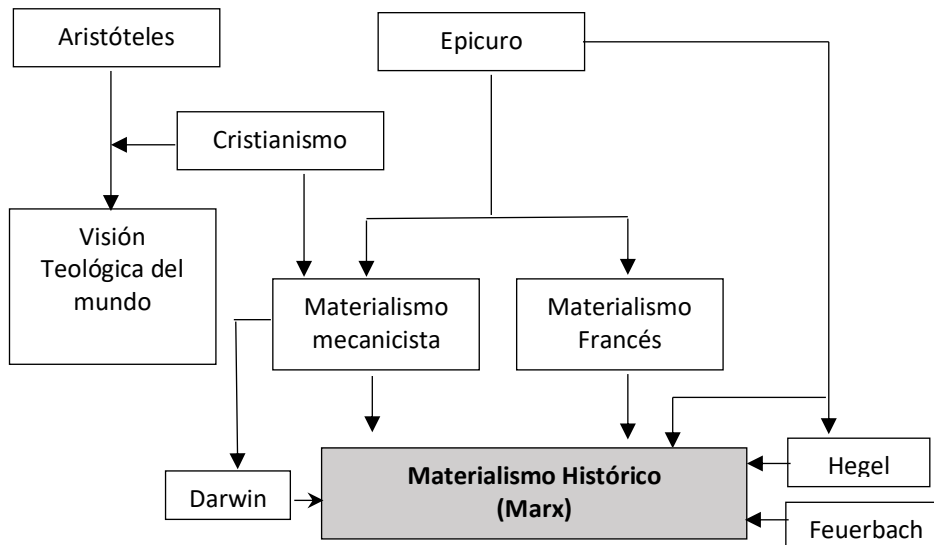
Estos principios coinciden con el de la Conservación de la Energía (primera ley de la termodinámica), que señala que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma; por lo que se encuentra una visión ecologista en el trabajo de Epicuro y por lo tanto en la concepción materialista de Marx.

A pesar de esta visión materialista, la tesis doctoral de Marx se encuentra influenciada por el Idealismo Alemán, cuyo principal representante fue Friedrich Hegel (1770-1831), quien le asignaba a la naturaleza un papel pasivo y la extrañaba de cualquier capacidad de autodeterminación (Foster, 2000). Esta posición hegeliana fue criticada por el filósofo alemán Ludwig Feuerbach (1804-1872), quien sostenía que debía abandonarse la filosofía idealista de Hegel y buscar otra basada en lo material (Marx, 1980 [1845]).

Empezando por Epicuro, pasando por los materialistas ingleses y franceses, y terminando con Feuerbach, todos ellos influyeron en la visión materialista de Marx, pero también fueron objeto de su crítica al considerarlos contemplativos, reclamando así un materialismo práctico³². Otra crítica, esta vez directamente a Feuerbach, señala que el materialismo contemplativo no considera las relaciones sociales y solo analiza a los individuos que conforman una “sociedad civil”; relaciones prácticas que no solamente se producen entre los individuos que conforman la sociedad humana, sino también entre ésta y la naturaleza; esta última mediada por el proceso de trabajo.

³² Al respecto, escribe en las *Tesis de Feuerbach* lo siguiente: “El defecto fundamental de todo el materialismo anterior -incluido el de Feuerbach- es que sólo concibe las cosas, la realidad, la sensorialidad, bajo la forma de objeto o de contemplación, pero no como actividad sensorial humana, no como práctica, no de un modo subjetivo” (Marx, 1980 [1845]).

GRÁFICO # 4: INFLUENCIAS EN LA CONFORMACIÓN DEL MATERIALISMO HISTÓRICO DE MARX



Fuente: Naredo, 1996; Foster, 2000.

El trabajador, y por lo tanto la sociedad, no puede “crear nada sin la naturaleza, sin el mundo exterior sensible”, pero la naturaleza no solo se relaciona con la sociedad por medio del trabajo, sino que también le ofrece “víveres en sentido estricto, es decir, medios para la subsistencia del trabajador mismo” (Marx, 2001 [1884]), por lo que se presenta una relación dialéctica entre trabajo y naturaleza que Marx describe de la siguiente forma:

“En consecuencia, cuanto más se apropia el trabajador del mundo exterior, la naturaleza sensible, por medio de su trabajo, tanto más se priva de víveres en este doble sentido; en primer lugar, porque el mundo exterior sensible cesa de ser, en creciente medida, un objeto perteneciente a su trabajo, un medio de vida de su trabajo; en segundo término, porque este mismo mundo deja de representar, cada vez más pronunciadamente, víveres en sentido inmediato, medios para la subsistencia física del trabajador” (Marx, 2001 [1884]).

En este contexto, Marx plantea que el trabajador se convierte en un “siervo” de la naturaleza en un doble sentido: “primeramente porque recibe un objeto de trabajo, es

decir, porque recibe trabajo; en segundo lugar, porque recibe medios de subsistencia” (Marx, 2001 [1884]); de esta forma, la naturaleza adquiere un carácter práctico para la sociedad a través de la producción de los medios de subsistencia (Foster, 2000).

En los *Manuscritos Económicos y Filosóficos*³³, escritos en 1884, Marx plantea la idea de alienación respecto al trabajo como resultado de la implementación del modo de producción capitalista, el mismo que implicaría un desconocimiento, por parte del trabajador, del trabajo como una actividad vital y considerarse ajeno a la naturaleza, situación que Marx consideró como inaceptable. Al respecto señala lo siguiente:

“La universalidad del hombre aparece en la práctica justamente en la universalidad que hace de la naturaleza, toda, su cuerpo inorgánico, tanto por ser (1) un medio de subsistencia inmediato, como por ser (2) la materia, el objeto y el instrumento de su actividad vital. La naturaleza es el cuerpo inorgánico del hombre; la naturaleza, no es cuerpo humano. Qué el hombre vive de la naturaleza quiere decir que la naturaleza es su cuerpo, con el cual ha de mantenerse en proceso continuo para no morir. Que la vida física y espiritual del hombre está ligada con la naturaleza no tiene otro sentido que el de que la naturaleza está ligada consigo mismo, pues el hombre es parte de la naturaleza” (Marx, 2001 [1884]).

Foster señala que esta visión de la relación entre la naturaleza y la humanidad la mantuvo en toda sus obras posteriores; por ejemplo, cuando Marx define, en su obra *El Capital*, que el trabajo³⁴ es

“en primer lugar, un proceso entre el hombre y la naturaleza, un proceso en que el hombre, a través de sus propias acciones, media, regula y

³³ Foster reconoce a esta obra como “el primer resultado de carácter verdaderamente general de sus estudios críticos de muy diversa índole” (Foster, 2000)

³⁴ Marx, al igual que Podolinsky, en la definición de trabajo se refiere al ejecutado por el hombre: “Concebimos al trabajo bajo una forma en la cual pertenece exclusivamente al hombre. Una araña ejecuta operaciones que recuerdan a las de un tejedor, y una abeja avergonzaría, por la construcción de las celdillas de su panal, a más de un maestro albañil. Pero lo que distingue ventajosamente al peor maestro albañil de la mejor abeja es que el primero ha modelado la celdilla en su cabeza antes de construirla en la cera. Al consumarse el proceso de trabajo surge un resultado que antes del comienzo de aquél ya existía en la imaginación del obrero, o sea idealmente” (Marx, 2010 [1867]).

controla su metabolismo con la naturaleza. El hombre se enfrenta a la materia natural misma como un poder natural. Pone en movimiento las fuerzas naturales que pertenecen a su corporeidad, brazos y piernas, su cabezas y sus manos, con fin de apoderarse los materiales de la naturaleza bajo una forma adecuada a sus propias necesidades...[El proceso de trabajo] es la condición universal para interacción metabólica [Stoffwchsel] entre el hombre y la naturaleza, la perenne condición de la existencia humana impuesta por la naturaleza para su propia vida. Al operar por medio de ese movimiento sobre la naturaleza exterior a él y transformarla, transforma a la vez su propia naturaleza.” (Marx, 2010 [1867])

En la cita anterior, Marx utiliza la palabra “metabolismo” para explicar la relación de la humanidad con la naturaleza, relación considerada vital debido a que es de la naturaleza de donde la humanidad obtiene los valores de uso para satisfacer sus necesidades. Marx señala que esta relación metabólica ha estado presente en toda etapa de desarrollo de la sociedad³⁵, pero la forma de relacionarse se ha modificado de acuerdo a los diferentes modos de producción.

Marx, al igual que Podolinsky, reconoce que el sistema de producción capitalista supone un riesgo para la sostenibilidad del “metabolismo social”. Uno de estos motivos es la institucionalización de la propiedad privada, no solo sobre los medios de producción sino también de la tierra, produciéndose una alienación de la naturaleza; la misma que

“significa el dominio sobre la tierra por aquellos que monopolizaban los terrenos y, con ellos, las fuerzas elementales de la naturaleza, como el dominio de la tierra y de la materia no viviente (que representaba el poder del terrateniente y del capitalista) sobre la inmensa mayoría de los seres humanos. Por lo tanto, la alienación de la tierra, y en consecuencia su

³⁵ “Producción de valores de uso, apropiación de la natural para las necesidades humanas, condición general del metabolismo entre el hombre y la naturaleza, eterna condición natural de la vida humana y por tanto independiente de toda forma de esa vida, y común, por el contrario, a todas sus formas de sociedad” (Marx, 2010 [1867]).

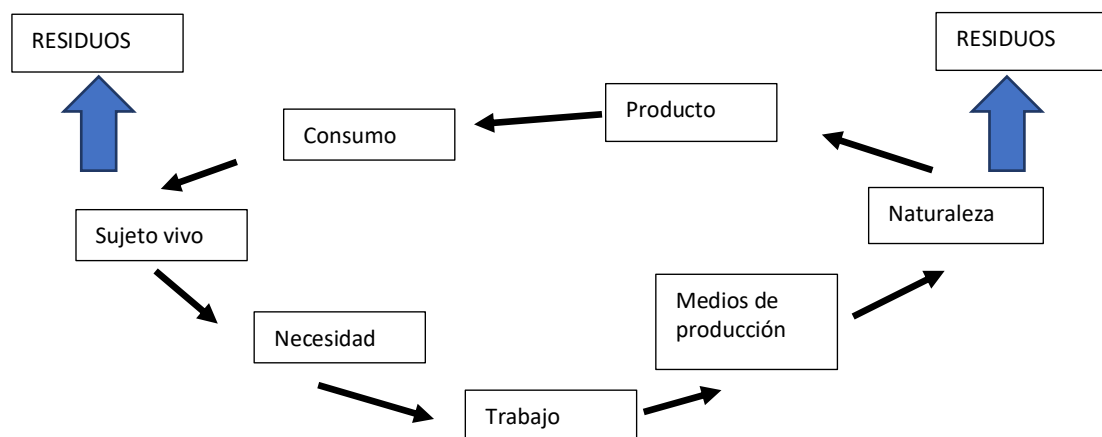
dominio sobre la mayor parte de la humanidad (al ser alienados a favor de unos pocos), era un elemento esencial de la propiedad de la tierra del feudalismo -que había sido la “raíz de la propiedad privada- antes del surgimiento del capitalismo” (Foster, 2000)

Tanto la alienación del trabajo como la de la naturaleza se reflejan en el fetichismo del dinero, causa fundamental de que el valor específico del trabajo y la naturaleza sean extraños al sistema de producción capitalista.

IV.II. METABOLISMO SOCIAL

Enrique Dussel³⁶ (1934-), en su libro *16 Tesis de Economía Política*, analiza la relación entre los seres humanos, naturaleza y producto, a la que califica como una “relación productiva”, que tiene como objetivo producir algo que antes no existía para satisfacer sus necesidades; siendo necesario que se lleve a cabo un proceso de trabajo que transforme la “mera” naturaleza en un producto (Dussel, 2014).

GRÁFICO # 5: PROCESO DINÁMICO DE LA RELACIÓN SOCIEDAD HUMANA Y NATURALEZA



Fuente: Dussel, 2014.

³⁶ Exiliado político desde 1975 en México, hoy ciudadano mexicano, es profesor en el Departamento de Filosofía en la Universidad Autónoma Metropolitana en ciudad de México, y en el Colegio de Filosofía de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Doctor en filosofía por la Universidad Complutense de Madrid y en historia en La Sorbonne. Fundador con otros del movimiento Filosofía de la Liberación. En el año 2013 fue nombrado miembro del Comité Directivo de la FISP y se le otorgó la distinción de Investigador Nacional Emérito por parte del SNI. Trabaja especialmente el campo de la Ética y la Filosofía Política.

La idea de la relación productiva entre la naturaleza y los seres humanos se encuentra en la obra de Marx; relación a la que denominó como *Stoffwechsel*³⁷, que en su traducción literal al castellano significa “intercambio material”, y en las ciencias sociales se conoce como “metabolismo social”³⁸. Marx, en su última obra económica titulada *Glosas Marginales al “Tratado de Economía Política de Adolph Wagner”*, publicada en 1890, indica que usó ese término para referirse al proceso “natural” de producción como el intercambio material entre el hombre y la naturaleza (Citado en Foster, 2000). Para Marx las relaciones entre las sociedades humanas y la naturaleza están determinadas por el modo de producción establecido en la sociedad, por lo que el concepto de metabolismo le permitió a Marx conjugar la historia natural con la historia social³⁹. De acuerdo a Martínez Alier, esta conjugación no se encuentra en la obra de Marx.

Para Marx, la teoría económica clásica es ahistórica y no científica, características que sí se encuentran en su concepto de “metabolismo social”. Foster parte de la crítica de Marx a la Teoría de la Renta Diferenciada elaborada por David Ricardo (1772-1823) para evidenciar estas dos características. Ricardo señala que las diferentes rentas que reciben los terratenientes dependen de la fertilidad de la tierra que posean, encontrando una relación positiva entre estas variables; también afirma que es el crecimiento de la población lo que ejerce presión sobre el uso de tierras menos fértiles, fertilidad que viene determinada por condiciones naturales, independientes de las actividades humanas.

¿Por qué Marx consideraba que esta teoría carecía de valor histórico y científico? Marx pensaba que esta teoría es ahistórica porque no explica el “desarrollo histórico de la propiedad y uso del suelo; y además por definir a la renta como “la parte del producto

³⁷ Etimológicamente proviene de *stoff* que significa materia y *wechsel* intercambio.

³⁸ Generalmente se atribuye a Marx introducir el concepto de metabolismo en las ciencias sociales; pero de acuerdo a Martínez Alier, Marx tomó este concepto, en los términos que se atribuye a Marx, de Moleshott (1822-1983) perteneciente al grupo de los “materialistas vulgares” (Martínez Alier & Schlüpmann, 1991).

³⁹ En su obra *Contribución a la Crítica de la Economía Política* publicada en 1858, Marx señala, con respecto a la relación de la historia natural con la historia social, lo siguiente: “El modo de producción de la vida material condiciona el proceso de vida social, político y espiritual en general. No es la conciencia de los hombres la que determina su ser, sino, por lo contrario, el ser social es lo que determina su conciencia” (Marx, 1989 [1859]).

de la tierra que se paga al propietario por el uso de las fuerzas originales e indestructibles del suelo” (Ricardo, 2003 [1817]).

Marx encontró en la obra de James Anderson⁴⁰ (1739-1808) una teoría de la renta diferenciada con el componente histórico que buscaba, a más de un sustento histórico para su concepto de “metabolismo social”. Marx tuvo acceso a la obra de Anderson en 1851 y lo cita en su *Teorías de la Plusvalía*, que escribió entre las décadas de 1850 y 1860. Anderson coincide con Ricardo en que la renta recibida por el terrateniente depende la fertilidad de la tierra bajo su propiedad. La diferencia, entre estos dos autores es que, para Ricardo la fertilidad del suelo estaba determinada por sus condiciones naturales, mientras que para Anderson era el resultado de las prácticas agrícolas; es decir, resultado de un proceso histórico, en el que las actividades humanas tienen una incidencia importante.

Para Anderson, una correcta aplicación de fertilizantes (desechos animales y humanos) permitiría mantener la fertilidad del suelo por siempre, sin que sea necesario la utilización de fertilizantes extraños. Por este motivo, Anderson pensaba que verter los desechos orgánicos producidos en Londres al Támesis era un gran error, que a más de contaminar el agua utilizada río abajo, era un despilfarro de recursos naturales que podían evitar la pérdida de fertilidad del suelo. Anderson usó este ejemplo para señalar cómo la sociedad se había alejado de una economía agrícola sostenible (Foster, 2000)

Bajo esta concepción, para Marx, la problemática de la pérdida de fertilidad tenía relación con el modo de producción predominante en un tiempo determinado. Para Marx, el proceso de trabajo bajo la forma capitalista de producción materialmente puede ser idéntico al de cualquier otro modo de producción, pero se diferencia en que no solo se producen valores de uso, sino que también mercancías, que luego se intercambian en el mercado de acuerdo a su valor de cambio, con el objetivo de

⁴⁰ James Anderson fue un agrónomo, periodista y economista escocés, figura prominente de la Ilustración escocesa. Marx conoció a Anderson a través de dos de sus obras: *A Calm Investigation of the Circumstances That Have Led to the Present Scarcity of Grain in Britain*, publicada en 1801, y *An Enquiry into the Nature of the Corn Law* publicada en 1777.

recuperar el capital invertido y obtener ganancias. Es decir, el proceso de trabajo está sometido a la prioridades del capital (Dussel, 1990). Reconoció, además, su efecto negativo en la fertilidad de la tierra por la presencia de conflictos entre el agricultor arrendatario capitalista y el terrateniente, conflicto que se produce debido, como sucedía en la Inglaterra del siglo XIX, a que la propiedad de la tierra era de los terratenientes y la arrendaban para su producción, lo cual era un limitante importante para que se desarrollaran prácticas agrícolas racionales que evitaran la degradación del suelo.

Si bien Marx encontró en el trabajo de Anderson una explicación histórica sobre la pérdida de la fertilidad del suelo y a su concepto de “metabolismo social”, fue con el trabajo de Justus von Liebig⁴¹ (1803-1873), publicado en 1840, titulado *La Química Orgánica en su Aplicación a la Agricultura y la Fisiología*, donde encontró el sustento científico que buscaba⁴².

Para Liebig “los conocimientos agrícolas previos a la década de 1840 habían resaltado el papel del estiércol y la “latente potencia” de la tierra o suelo. Puesto que en aquellos tiempos se desconocían las propiedades químicas del suelo, tampoco se sabía cómo se producía la nutrición de las plantas. De ahí que la “latente potencia” que se le atribuía al suelo se consideraba con frecuencia como inherentemente limitada y, al mismo tiempo, indestructible” (Foster, 2000), por lo que resolver el problema de la pérdida de fertilidad resultaba difícil. En su obra, Liebig, dio el primer acercamiento científico a la importancia de los nutrientes del suelo (nitrógeno, potasio y fósforo) en el crecimiento de las plantas.

De acuerdo a Foster, el trabajo de Liebig y la crítica que hace Marx a la agricultura capitalista sirvieron de base para el desarrollo de lo que algunos historiadores agrícolas

⁴¹ Químico alemán que fue pionero de la química orgánica, la bioquímica y la química agrícola, y es considerado por ello uno de los científicos más ilustres del siglo XIX.

⁴² Marx negaba la presencia de los rendimientos decrecientes en la agricultura y se basó en la química agraria de Liebig, para explicar la crisis agrícola en el siglo XIX.

conocen como la Segunda Revolución Agrícola⁴³ (1830-1880), que tuvo como consecuencia una modificación de los patrones de cultivo, cambiando el uso de abonos naturales por un uso intensivo de fertilizantes industriales, lo que provocó un incremento importante en la productividad agrícola. Esto llevó a algunos autores de la época, entre estos Marx, Engels y Liebig, a pensar en el desarrollo agrícola que podía superar al de la industria capitalista, pero también permitió el desarrollo de una nueva herramienta analítica para comprender los efectos negativos de la agricultura capitalista en la fertilidad del suelo. Es así que Marx al igual que Liebig, ya en la década de 1860, ponen en tela de juicio su sustentabilidad.

IV.III. LA SOSTENIBILIDAD DEL METABOLISMO SOCIAL Y LA FRACTURA METABÓLICA

La idea de “metabolismo social” de Marx puede considerarse como el sustento conceptual sobre la existencia de límites para el crecimiento económico. Si bien para Marx el desarrollo de las fuerzas productivas era ilimitado, consideró que por la forma en que se organiza el capitalismo existen factores que ponen en riesgo el “metabolismo social”, es decir su sustentabilidad, como son la propiedad privada y la separación entre campo y ciudad. La idea de Marx es que el capitalismo limitaba el desarrollo de las fuerzas productivas y una vez superado, éstas se podrían desarrollar ilimitadamente y por lo tanto también la producción.

Con relación a la propiedad privada, la preocupación de Marx sobre la sustentabilidad tiene una fuerte influencia del filósofo francés Pierre-Joseph Proudhon (1809-1865); quien en su obra *¿Qué es la propiedad?*, puso énfasis en la necesidad de conservar la fertilidad de la tierra para el bien de futuras generaciones. Con relación a esto Marx escribió:

⁴³ Los autores que reconocen a este período como el de la Segunda Revolución Agrícola, sostienen que “la primera revolución fue un proceso gradual que se desarrolló a lo largo de varios siglos, en relación con los cercados y con el creciente centralismo del mercado. Los cambios técnicos que se produjeron comprenden mejoras en el conocimiento con estiércol, la rotación de las cosechas, el drenaje y la gestión de explotaciones ganaderas”, mientras que la tercera tuvo lugar después de 1880, e implicó “la sustitución, en las explotaciones, de la tracción animal por la tracción mecánica, seguida de la concentración de los animales para su engorde masivo, todo ello unido a la alteración genética de determinadas plantas, y uso más intensivo de productos químicos añadidos, tales como los fertilizantes y pesticidas” (Foster, 2000)

“Mirada desde una formación socioeconómica superior, la propiedad privada de la tierra en manos de individuos aislados parecerá tan absurda como la propiedad privada de un hombre en manos de otro hombre. Ni siquiera toda una sociedad, una nación o, es más, todas las sociedades contemporáneas reunidas, son propietarias de la tierra. Sólo son sus usufructuarias, y deben legarla mejorada, como *boni patres familia* [buenos padres de familia], a las generaciones venideras.” (Marx, 2009 [1894]).

En la cita anterior es necesario destacar el carácter normativo de Marx, al indicar lo que se debe hacer para mantener la fertilidad del suelo. Otro punto a destacar es la importancia de asegurar el futuro de las próximas generaciones en términos materiales, lo cual coincide con el concepto de Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas⁴⁴.

Al igual que en su crítica a la agricultura capitalista, Marx encuentra en la división entre el campo y la ciudad un factor determinante de la sustentabilidad. Sobre el tema, Marx escribió en *El Capital*, que

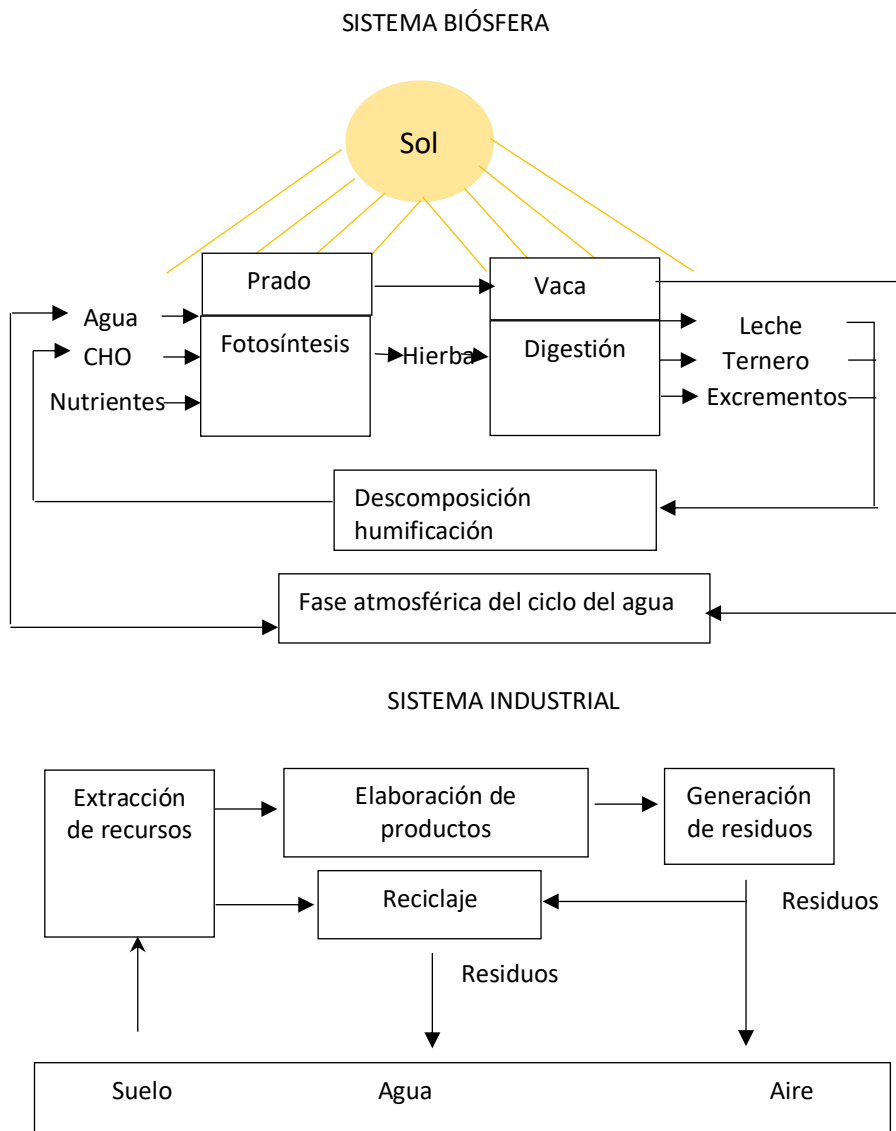
“con la preponderancia incesantemente creciente de la población urbana, acumulada en grandes centros por la producción capitalista, ésta por una parte acumula la fuerza motriz histórica de la sociedad, y por otra perturba el metabolismo entre el hombre y la tierra, esto es, el retorno al suelo de aquellos elementos constitutivos del mismo que han sido consumidos por el

⁴⁴ La preocupación sobre el bienestar material de las futuras generaciones se encuentra en el concepto de desarrollo sustentable, que fue definido por la Comisión Brundtland de la siguiente manera: “Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, duradero, a sea, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El concepto de desarrollo duradero implica límites - no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas. Pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser ordenadas y mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico. La Comisión cree que ya no es inevitable la pobreza general. La pobreza es no solo un mal en sí misma. El desarrollo duradero exige que se satisfagan las necesidades básicas de todos y que se extienda a todos, la oportunidad de colmar sus aspiraciones a una vida mejor. Un mundo donde la pobreza es endémica estará siempre propenso a ser víctima de la catástrofe ecológica o de otro tipo” (Brundtland, 1987).

hombre bajo la forma de alimentos y vestimenta, retorno que es condición natural eterna de la fertilidad permanente del suelo.” (Marx, 2010 [1867]).

La idea que se plantea tras esta cita es la de “fractura metabólica” que se produce en el desarrollo de la relación productivas entre la sociedad humana y la naturaleza en el contexto del sistema de producción capitalista. Esta fractura se debe a que el sistema capitalista promueve un incremento de la industria a gran escala que implica un incremento de las ciudades. Estos dos factores inciden en el incremento en la demanda de alimentos y materias primas provenientes de las zonas rurales, demanda que es satisfecha con el surgimiento de la agricultura a gran escala basada en un uso intensivo de la tierra por medio de la aplicación de fertilizantes desarrollados durante la Segunda Revolución Agrícola. El uso intensivo del suelo por parte de la agricultura capitalista produce una sobreexplotación de los componentes químicos del suelo que determinan su fertilidad. De acuerdo a la visión de Liebig, que coincide con la de Marx, los nutrientes son removidos del suelo y enviados a las ciudades en forma de comida y materias primas; los mismos que después de participar en los procesos de consumo y producción son eliminados como basura contaminando en lugar de completar el círculo vital, es decir regresar al suelo de donde se obtuvieron, lo que resulta en un robo sistemático (*Raubwirtschaft*) del suelo y sus nutrientes (Foster & Holleman, 2014).

GRÁFICO # 6: FUNCIONAMIENTO DEL METABOLISMO SOCIAL EN SOCIEDADES PRIMITIVAS (SISTEMA BIÓFERA) Y EN LAS SOCIEDADES CAPITALISTAS (SISTEMA INDUSTRIAL).



FUENTE: Naredo, 2006.

El desarrollo de la agricultura capitalista también implicó un cambio en la distribución de la tierra en favor de grandes explotaciones, hecho que también Marx identificó con la “fractura metabólica”. Parfraseando a Liebig, Marx escribió lo siguiente:

“la gran propiedad del suelo reduce la población agrícola un mínimo en constante disminución, oponiéndole una población industrial en constante

aumento, hacinada en las ciudades; de ese modo engendra condiciones que provoca un desgarramiento insanable en la continuidad del “metabolismo social”, prescrito por las leyes naturales de la vida, como consecuencia de lo cual se dilapida la fuerza del suelo, dilapidación ésta que, en virtud del comercio, se lleva mucho más allá de las fronteras del propio país (Marx, 2009 [1894]).

El concepto de “fractura metabólica” tiene una construcción histórica; se sustenta en la teoría de intercambio desigual, utilizada por Marx en su crítica a la teoría clásica de las ventajas comparativas en el comercio exterior elaborada por David Ricardo, que indica que cada país debe especializarse y exportar los productos que produce (cada país) de una forma más eficiente. Si cada país sigue este postulado teórico la producción aumentará, en términos de valores de uso, a nivel nacional e internacional, y obtendrá beneficios monetarios del comercio internacional (Landreth & Colander, 2006).

Esta teoría podría tener su validez cuando las ventajas comparativas están en relación con factores naturales y ambientales, pero cuando estas ventajas son determinadas por otros factores la situación es diferente. Marx, al igual que Ricardo, reconoció que tras esta teoría se producía un intercambio desigual en términos de trabajo, definiéndose a favor del país con mayores niveles de productividad y en contra de los países con un mayor uso intensivo del factor trabajo (Foster & Holleman, 2014). En palabras de Marx, su crítica a la teoría de las ventajas comparativas es la siguiente:

“lo que imagina Ricardo es, fundamentalmente, esto: con los precios superiores obtenidos en el extranjero se compran allí mercancías, las cuales se remiten al país de origen; esas mercancías, por lo tanto, se venden en el mercado interno, y ello a lo sumo puede configurar una ventaja extraordinaria pasajera de estas esferas favorecidas de la producción sobre otras. Esta apariencia se desvanece en cuanto hacemos abstracción de la forma dineraria. El país favorecido recibe más trabajo a cambio de menos trabajo, a pesar de que esa diferencia, esa cantidad de más —lo mismo que

sucede en el intercambio entre el trabajo y el capital en general— se la embolsa una clase determinada.” (Marx, 2009 [1894]).

La idea del intercambio desigual definido en términos de trabajo sirvió de base para la formulación de la Teoría del Intercambio Ecológico Desigual que plantea un intercambio desigual en términos de valores de uso.

Marx reconoce que en el proceso de producción se llevan a cabo dos tipos de intercambio: un monetario y otro material. También reconoce el carácter “bifacético” de la mercancía, al ser al mismo tiempo valor de cambio y valor de uso. De acuerdo a Marx en las sociedades donde hay un dominio del sistema de producción capitalista la riqueza se mide en relación a los valores de cambio, y no en valores de uso que son la base material de la riqueza real sin importar la manera en que las sociedades estén organizado para producir (Marx, 2010 [1867]). Por lo tanto, Marx realiza una distinción entre riqueza real y valor. Una diferencia fundamental entre estos dos conceptos se encuentra en el cálculo. Para determinar la riqueza material se considera tanto la contribución de la naturaleza como del trabajo humano, y en la segunda solo el trabajo humano (Foster, Clark & York, 2010; Foster & Holleman, 2014).

Esta visión de considerar dos tipos de flujos y de diferenciar entre la riqueza material y el valor sustenta el postura de los ecosocialistas, especialmente a partir de la década de 1970's, de que Marx incluyo en su análisis los principios de la termodinámica, y que esto se refleja en el uso del concepto de “metabolismo social”.

V. CONCLUSIONES

El desarrollo intelectual de la economía ecológica y el ecosocialismo tienen orígenes comunes en la crítica de la economía clásica y neoclásica enfocadas que se parecen más al *chrematistike* que a *oikonomia*. Las dos escuelas coinciden en aspectos fundamentales, como es el enfoque metabólico de la relación entre sociedad y naturaleza, la visión de la económico como un sistema abierto, el enfoque transdisciplinar y la necesidad de un enfoque energético para evaluar el aporte de la naturaleza en el proceso de producción. Otro aspecto en que coinciden es que las dos escuelas incluyen en sus corpus teórico los principios de la termodinámica, en especial la Ley de Entropía, que contradicen los conceptos de equilibrio y de crecimiento de la economía ortodoxa y la evaluación monetaria del valor y de la producción.

La economía ecológica reconoce a Podolinsky como el fundador del enfoque energético y se basa en la investigación que realizó Podolinsky, a finales del siglo XIX, sobre el trabajo humano en la agricultura; en él que reconoce al trabajo humano como el único proceso capaz de incrementar la cantidad de energía acumulada en la Tierra al retardar su disipación en forma de calor. Podolinsky sustenta su investigación en las leyes de la termodinámica y en el trabajo de Sadi Carnot sobre la eficiencia de la máquina de vapor, lo que le permite calcular un coeficiente de eficiencia energética del ser humano al considerarlo como un organismo que funciona como una "máquina perfecta". Los defensores de Podolinsky no solo reconocen en su trabajo un intento de reconciliar la teoría del valor trabajo de Marx con las leyes de la termodinámica, sino también como una metodología válida para cuantificar el aporte de la naturaleza en la producción económica. Al final de su trabajo, Podolinsky explica como la capacidad del trabajo en incrementar la energía acumulada en la Tierra depende del modo de producción en el que se desarrolle; reconoce que en el capitalismo se incrementa la cantidad de energía acumulada, pero también se produce una malversación energética. Para Podolinsky es en el socialismo donde se maximiza el incremento de energía acumulada, como consecuencia de una mejor distribución de los recursos.

Engels realizó una crítica, que la economía ecológica la considera como un rechazo, al trabajo de Podolinsky tanto en su estructura conceptual como en su aplicabilidad para la industria capitalista, aunque reconocen su validez para la agricultura. Siguiendo esta línea argumental, los ecosocialistas rechazan a Podolinsky y reconocen a Marx como el precursor del análisis energético. Por otro lado, la escuela ecosocialista encuentra en la obra de Marx preocupaciones ecológicas, mientras que la economía ecológica reconoce esta preocupación solo en sus primeras obras. Preocupación que la encuentra en el método de análisis utilizado por Marx (materialismo histórico) y en sus conceptos de “metabolismo social” y “fractura metabólica”. Marx revela su visión materialista e histórica desde su tesis doctoral y se la puede encontrar en todas sus obras económicas, al reconocer a la sociedad humana como parte de la naturaleza y esta última como fuente de trabajo y de valores de uso necesarios para su subsistencia. Es a partir de esta relación vital que construye el concepto de “metabolismo social”. Relación presente en todas las etapas históricas de la sociedad, pero que adquiere características especiales con el modo de producción capitalista (agricultura capitalista, gran industria, la propiedad privada sobre la tierra, y la división entre campo y ciudad), las mismas que ponen en riesgo el “metabolismo social” debido a que se produce una “fractura metabólica”, como consecuencia de un intercambio desigual, en términos de nutrientes del suelo, entre el campo y la ciudad. Marx construyó los conceptos de “metabolismo social” y de “fractura metabólica” con bases científicas e históricas. La base científica la encontró en la química los logros alcanzados en las ciencias naturales, como es el caso de la química, específicamente en el trabajo de Liebig sobre el papel de los nutrientes del suelo en el crecimiento de las plantas y las bases históricas en el trabajo de Anderson; quien formuló una teoría de la renta diferenciada que explica la pérdida de la fertilidad del suelo como consecuencia de malas prácticas agrícolas, lo que le permitió a Marx construir su crítica a la agricultura capitalista y sus consecuencias negativas en la relación metabólica entre la sociedad humana y la naturaleza.

De esta investigación se concluye que, las dos escuelas fundamentan sus posturas sobre quién fue el precursor del enfoque energético con bases científicas e históricas. Por otro lado, ambas escuelas sostienen que el sistema de producción capitalista afecta negativamente el “metabolismo social” y por lo tanto la vida sobre la tierra, pero las

soluciones sus soluciones son diferentes. La economía ecológica plantea una modificación en la relaciones de producción capitalista con el objetivo de disminuir sus impactos sobre la naturaleza; mientras que, el ecosocialismo encuentra inviable la continuación del capitalismo y propone un retorno a los fundamentos del socialismo de principios del siglo anterior, pero esta vez considerando que la producción económica está restringida por límites ecológicos. Después de analizar las publicaciones de las dos escuelas es evidente que existe un dialogo entre ambas, esto se evidencia en citas mutuas que se encuentran en los documentos de ambas escuelas, lo que puede significar pensar en acercamiento próximo que permita la construcción de un marco teórico común que cuente con herramientas analíticas consistentes. Pero también es evidente, y preocupante, la nula o escasa participación de académicos de otras regiones del mundo que cuentan con una gran cantidad de recursos naturales, los mismos que se encuentran en peligro por una producción que solo busca maximizar las tasas de ganancia de los capitales locales e internacionales, y que consideran a la naturaleza sustituible y a servicio de sus intereses. En este sentido se plantea la posibilidad de desarrollar investigaciones en el futuro, que tengan como objetivo contribuir en la creación de canales, no solo que una a la economía ecológica y al ecosocialismo, sino con economistas y científicos sociales latinoamericanos que son críticos al capitalismo y consientes de sus efectos negativos sobre la naturaleza y por lo tanto sobre la vida en la Tierra.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Burkett, P., & Foster, J. (2008). The Podolinsky Myth: an obituary introduction to 'human labour and unity of force', by Sergei Podolinsky. *Historical Materialism*(16), 115-161.

Brundtland, G. (1987). *Informe Brundtland*. Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo. ONU.

Dussel, E. (2014). *16 Tesis de Economía Política. Interpretación filosófica*. México: Siglo XXI.

Dussel, E. (1990). *El Último Marx (1863-1882) y la Liberación Latinoamericana*. México: Editorial Siglo XXI.

Engels, F. (2011 [1882]). Carta de Karl Marx Archivo, Londres, 19 de diciembre de 1882. *C. Marx & F. Engels, Correspondencia*. La Habana, Cuba: Ediciones Políticas.

Foster, J. (2000). *La Ecología de Marx. Materialismo y Naturaleza*. España: El Viejo Topo.

Foster, J., Clark, B., & York, R. (2010). *The Ecological Rift. Capitalism's war on the earth*. Nueva York: Monthly Review Press.

Foster, J., & Holleman, H. (2014). The Theory of Unequal Ecological Exchange: a Marx-Odum dialectic. *The Journal of Peasant Studies*, 41(2), 199-233.

Georgescu-Roegen, N. (1996). *La Ley de la Entropía y el Proceso Económico*. Madrid, España: Fundacion Argentaria.

Georgescu-Roegen, N. (1994). ¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología". En F. Aguilera, & V. Alcantara, *De la economía ambiental a la economía ecológica* (págs. 188-198). Barcelona: ICARIA.

Gerber, J., & Scheidel, A. (2018). In Search of Substantive Economics: Comparing Today's Two Major Socio- metabolic Approaches to the Economy – MEFA and MuSIASEM. *Ecological Economics* (144), 186-194.

Hartley, M. (2008). Economía Ambiental y Economía Ecológica: un balance crítico de su relación. *Economía y Sociedad* (34 y 35), 55-65.

Landreth, H., & Colander, D. (2006). *Historia del Pensamiento Económico*. (A. Navarro, Ed.) Madrid, España: McGraw-Hill/Interamericana de España S. A.

Martínez Alier, J. (1995). *Los principios de la economía ecológica*. Madrid: Fundación Argentaria.

Martínez-Alier, J. (1988). *Curso de Economía Ecológica*. México: PNUD.

Martínez Alier, J. (2006). *El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración* (Segunda Edición). Barcelona: Icaria.

Martínez Alier, J. (1994). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona: ICARIA Editorial, S.A.

Martínez Alier, J., & Naredo, J. (1982). A Marxist precursor of energy economics: Podolinsky. *The Journal of Peasant Studies*, 9(2), 207-224.

Martínez Alier, J., & Schlüpmann, K. (1991). *La ecología y la economía*. México: Fondo de Cultura Económica.

Marx, C. (1980 [1845]). Tesis sobre Feuerbah. En K. Marx, & F. Engels, *Obras Escogidas* (Vol. I, págs. 2-3). Moscú: Progreso.

Marx, C. (1989 [1859]). *Contribución a la Crítica a la Economía Política*. (M. Kuznetsov, Trad.) Moscú: Editorial Progreso.

Marx, C. (2001 [1844]). Manuscritos Económicos y Filosóficos de 1844. (J. Fajardo, Ed.) Recuperado el Julio de 2018, de Biblioteca Virtual "Espartaco": <https://www.marxists.org/espanol/m-e/1840s/manuscritos/index.htm>.

Marx, C. (2009 [1894]). *El Capital: crítica a la economía política* (Vol. III). México: Siglo XXI.

Marx, C. (2010 [1867]). *El Capital: crítica a la economía política* (Vol. I). Madrid, Madrid, España: Siglo XXI.

Naredo, J. (2011). Fundamentos de la economía ecológica. En F. Aguilera, & V. Alcantara, *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona.

Naredo, J. (2006). Raíces económicas del deterioro ecológico y social. Más allá de los dogmas. Madrid: Editorial Siglo XXI.

Naredo, J. (1996). La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Madrid, España: Siglo Veintiuno.

Polanyi, K. (2013 [1977]). The Two Meanings of Economic. (C. De Santis, Ed.) *Il Capitale Culturale. Studies on the Value of Cultural Heritage*, 6, 229-233.

.

Podolinsky, S. (2008 [1883]). Human Labour and Unity of Force. *Historical Materialism* (2008), 16, 163-183.

Podolinsky, S. (1995 [1880]). El trabajo del ser humano y su relación con la distribución de la energía. En J. Martínez-Alier, & J. Martínez-Alier (Ed.), *Los principios de la economía*

ecológica. Textos de P. Geddes, S.A. Podolinsky y F. Soddy (1995) (págs. 63-142). Madrid, España: Fundación Argentaria.

Ricardo, D. (2003 [1817]). *Principios de Economía Política y Tributación*. (P. De La Nuez, & C. Rodríguez, Trads.) Madrid: Pirámide.

Robbins, L. (2014 [1932]). *Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica*. Londres: Editorial Bubok Publishing.

Smith, A. (1996 [1776]). *La Riqueza de las Naciones*. (C. R. Braun, Trad.) Madrid: Alianza Editorial.

Tello, E. (2016). Manuel Sacristan at the Onset of Ecological Marxism after Stalinism, Capitalism Nature Socialism. *Capitalim Nature Socialism*, 27(2).