

# Recursos naturales y energía. Antecedentes históricos y su papel en la evolución de la sociedad y la teoría económica

Natural Resources and Energy. Historical Background and its Role in the Evolution of Society and Economic Theory

Melisa Pacheco - Florez<sup>a\*</sup>, Yormy Eliana Melo - Poveda<sup>a</sup>.

Recibido: agosto 30 de 2014  
Recibido con revisión: mayo 19 de 2015  
Aceptado: mayo 28 de 2015

<sup>a\*</sup>Universidad Nacional de Colombia  
Sede Medellín  
Medellín, Colombia  
Calle 59A No 63 - 20  
Tel.: +(301) 724 83 75  
mppchec@unal.edu.co  
yemelop@unal.edu.co

Energética 45, junio (2015), pp. 107-115

ISSN 0120-9833 (impreso)  
ISSN 2357 - 612X (en línea)  
www.revistas.unal.edu.co/energetica  
© Derechos Patrimoniales  
Universidad Nacional de Colombia



## RESUMEN

Desde la prehistoria los recursos naturales, vistos como fuente de energía, han estado fuertemente vinculados al desarrollo y evolución de la vida del hombre y la sociedad. De ahí que sea relevante realizar una mirada histórica sobre el papel que estos han desempeñado, con el fin de resaltar dicha relación y el impacto del uso de las diferentes fuentes de energía en los procesos económicos que se llevan a cabo. La hipótesis que se asume es que los recursos naturales y la energía son factores que explica el proceso de crecimiento económico que se ha registrado especialmente desde los inicios de la Revolución Industrial. Con esta revisión teórica y conceptual, se llega a la conclusión de que los recursos naturales y energéticos constituyen la base para el crecimiento de los países así como para la construcción de herramientas tecnológicas que permitan a los seres humanos satisfacer sus necesidades y avanzar hacia mejores niveles de vida.

## PALABRAS CLAVE

Crecimiento económico; Energía; Recursos Naturales; Proceso de Producción; Sociedad.

## ABSTRACT

From prehistoric, the natural resources viewed as an energy source, have been strongly linked to the development and evolution of human life and society. Hence, it is important to provide a historical perspective on the role that these have played, in order to highlight this relationship and the impact of using different energy sources in the economic processes that are carried out. The hypothesis that is assumed is that natural resources and energy are factors that explain the process of economic growth that was recorded especially since the beginning of the Industrial Revolution. With this theoretical and conceptual review, it is concluded that the energy and natural resources are the basis for the countries growth as well as for the construction of technological tools that allow humans to meet their needs and move on towards higher level life.

## KEYWORDS

Economic growth; Energy; Natural Resources; Production Process; Society.

## 1. INTRODUCCIÓN

La energía aunque parece a simple vista un concepto eminentemente físico, definida como la capacidad de hacer un trabajo, representa efectivamente el proceso de creación de riqueza material y tiene una estrecha relación con el progreso social. La historia muestra que la evolución de la humanidad y la economía han estado determinadas particularmente por la disponibilidad de los recursos naturales y energéticos. En este sentido, este trabajo se divide en tres secciones: la primera denominada “*Evolución de la humanidad y su relación con la energía: una breve mirada a la historia*”; la segunda hace referencia a los *Inicios de la economía de origen mineral (Revolución Industrial)*, y la tercera corresponde a un análisis de la interpretación que le han dado las diferentes teorías del crecimiento económico al rol que tienen los recursos naturales en el proceso productivo.

## 2. METODOLOGÍA

Basados en el método histórico-deductivo, se muestra el fundamento del sistema productivo desde que hay vida en el planeta tierra: la energía. Con este fin, el presente trabajo tiene como metodología realizar un análisis que integra aspectos históricos y conceptuales para visualizar cómo y porqué la energía ha sido indispensable y ha impulsado el complejo aparato productivo de la economía. Además de analizar la forma en que se ha incorporado los recursos naturales y energéticos al marco teórico de las escuelas económicas tradicionales.

## 3. EVOLUCIÓN DE LA HUMANIDAD Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA: UNA BREVE MIRADA DESDE LA PREHISTORIA

El homo sapiens surgió en los dos últimos millones de años, se organizó en tribus y formó las primeras sociedades. Acudió a la recolección, la caza y la pesca para asegurar su alimento, vivía en función de su energía somática y la única fuente extrasomática se asociaba con el uso del fuego que utilizaba para calentar y para cocinar, lo cual data de hace 250,000 años [Smil, 2004]. El fuego fue un gran descubrimiento en las primeras sociedades porque facilitó el desarrollo e integración social, fue fundamental para aprovechar la energía del medio natural y para la ingesta de alimentos.

El cambio de la recolección a la agricultura migratoria y luego a la sedentaria fue de forma gradual, éste fue un largo proceso. Después de miles de años, el advenimiento de la agricultura permitió avanzar en la provisión de alimentos y por esto se le denominó la primera gran revolución tecnológica en la historia de la humanidad que ocurrió aproximadamente hace ocho

mil años a.c. [Cipolla, 1979]. El inicio de la agricultura data en la región Central de Asia, en donde el crecimiento de la población y el bajo retorno energético de la recolección y la caza fomentaron la necesidad de aprovechar la fuerza de la naturaleza, particularmente la solar. Este fue el primer gran progreso del hombre en el dominio del ambiente, dejando de ser cazador-recolector para pasar a ser pastor-agricultor; y como resultado la recolección y cultivo coexistieron por largos períodos.

Debido a la intensificación de la agricultura y la gran variedad de actividades que la sociedad debía realizar como limpiar la tierra, plantar, deshierbar, fertilizar, cosechar y procesar los cultivos, se aprovechó la primera fuente extrasomática de energía mecánica, la domesticación de animales de tiro registrado hace 4,500 años a.c. [Cunningham, 2003]. El uso de la tracción animal aceleró la preparación del terreno, facilitó el transporte y las tareas de procesamiento de cultivos; este modelo energético agrícola empezó a extenderse desde el Medio Oriente hacia el Este del continente Asiático [Cunningham, 2003]. Aunado a esto, la población empezó a crecer y se estructuraron sociedades más estables basadas en la agricultura, lo cual se denominó un modelo energético agrícola avanzado caracterizado porque la energía estaba provista por la fuerza humana y animal.

Surgió también en Europa la rueda hidráulica que se había utilizado desde la antigüedad y luego se convirtió en molino de agua. El uso de esta invención se extendió por la Edad Media, y la sociedad empezó a depender de la fuerza motriz inanimada para una serie de tareas exigentes como la molienda de grano, el aceite prensado, la artesanía para los herreros y alambrosos, y para los batanes de los fabricantes de paños que eran movidos en lo posible por agua [Schultz, 2001]. Los esfuerzos por crear máquinas hidráulicas se centraron en las regiones montañosas, es decir en el centro del sistema europeo, en donde los salarios eran altos y la tracción humana más costosa [Schultz, 2001].

A partir del siglo XI la fuerza hidráulica se aplicó a una serie de procesos industriales, en especial para abatanar los tejidos. Hacia finales de este siglo se estima que existían casi 50,000 molinos hidráulicos en Inglaterra y hacia mediados de la centuria del XV, este tipo de fuerza podía implementarse en casi todas las máquinas si el volumen de trabajo lo requería.

Finalizando el siglo XII apareció en Inglaterra el molino de viento que fue utilizado como fuerza industrial pero en menor proporción que el agua [Cipolla, 1979]. Esta invención se usó principalmente en la molienda de granos y el bombeo de agua, luego su técnica fue mejorando paulatinamente entre finales de la Edad Media y principios de la Moderna, permitiendo el mayor aprovechamiento de la energía del viento, -empleada de forma más efectiva para las grandes travesías marítimas de Europa-.

Hacia el siglo XIV en muchas regiones de Gran Bretaña, particularmente en los grandes centros urbanos, se aprovechó tanto el agua como el viento para los molinos en vez del poder humano y animal, convirtiéndose en recursos ampliamente útiles en los diferentes procesos productivos de la época. No obstante,

el uso de estas dos energías mecánicas tenía límites asociados con la ubicación del recurso y la disponibilidad de agua o viento, que dependía a su vez del clima. Estos aspectos condujeron a la necesidad de emplear la madera y el carbón de leña para abastecer de la energía que requerían los procesos industriales de la época [Manrique, 2008] en aquellos lugares o procesos que el agua y el viento no podían ser utilizados.

Luego de la recesión de la peste negra durante la centuria del XIV, la economía inglesa comenzó a recuperarse drásticamente, con ello aumentó la demanda por combustibles para la manufactura y los hogares lo que generó escasez de las fuentes primarias de energía y fomentó el uso de otra base energética: el carbón mineral.

A partir de aquel momento, la era de los combustibles de biomasa llegaba gradualmente a su fin, lo cual fue abriendo paso a la transición de una sociedad y un sistema económico dependientes de fuentes orgánicas (economía orgánica avanzada) hacia una en función de energía inorgánica (economía de origen mineral), como se detallará en la siguiente sección.

#### **4. INICIOS DE LA ECONOMÍA DE ORIGEN MINERAL**

Los conocimientos y técnicas aprendidas durante el período de la Revolución Agrícola fueron superados por nuevas máquinas y tecnologías más eficientes que permitían el uso de recursos naturales no renovables dando paso a la Revolución Industrial, la segunda gran revolución tecnológica de la humanidad, donde el motor del crecimiento económico fue la energía proveniente de fuentes inorgánicas. Holanda era el principal candidato para llevar a cabo tal proceso debido a su equilibrio en la industria y en el agro; sin embargo, no contaba con las suficientes minas de carbón, mientras que Inglaterra poseía grandes cantidades en reserva, que aunados a su visión y una serie de reformas políticas y sociales realizadas durante los siglos XVI y XVII resultaron determinantes para el proceso de industrialización [Cipolla, 1979].

Los cambios tecnológicos acontecidos durante el tiempo comprendido por la Revolución Industrial sólo hacen parte de una fase del largo proceso que se venía desarrollando en un período de más de dos siglos en Inglaterra en torno a la generación de nuevas tecnologías [Wrigley, 1993], por lo tanto es importante precisar que la transición de la economía de origen orgánica hacia una de origen mineral, o basada en combustibles fósiles, se venía dando mucho antes de la Revolución Industrial.

Inglaterra fue el primer país en hacer la transición del uso de la madera al carbón durante los siglos XVI y XVII debido a que la madera disponible era insuficiente para el abastecimiento de la población que estaba en continuo crecimiento, igual que el desarrollo industrial. Inglaterra empezó a explotar los depósitos de carbón, generándole amplios beneficios en el sistema productivo dado que superaba la escala de cualquier otro flujo energético procedente de fuentes orgánicas [Wrigley, 1993]. El auge comercial e industrial de la época promovió, en mayor medida,

el consumo del carbón y estuvo acompañado por el desarrollo de tecnologías que permitían el uso intensivo de este mineral, lo que derivó en la Revolución Industrial [Manrique, 2008]. Las industrias y productores sacaron ventaja de la relativa estabilidad de precios reales del carbón y, en consecuencia, usaban más energía que otros factores de producción [Fouquet & Pearson, 1998].

El uso del carbón permitió incrementar la productividad de las fábricas y asimismo, el producto y la renta dando lugar a que un mayor número de personas demandaran más bienes y servicios [Cipolla, 1979]; en este sentido, se forma un círculo virtuoso en el que la utilización de la energía inorgánica impulsaba el entramado productivo de la época y mejoras en la calidad de vida de la sociedad. De tal manera, el crecimiento de la economía estuvo impulsado principalmente por el empleo de este mineral que potenció la eficiencia de la producción, para lo cual los economistas de la época no estaban en capacidad de explicar basados en sus postulados teóricos, por tanto atribuyeron a la especialización del trabajo y no a la mayor utilización de recursos naturales el auge en el crecimiento económico.

De esta manera, la sociedad inglesa estuvo ampliamente beneficiada por el uso del carbón como fuente energética, este recurso fue importante para el desarrollo de la economía y la sociedad, que fomentó además la inversión en maquinaria eficiente que permitía el aprovechamiento de este recurso y el aumento del trabajo mecánico. Es de esta manera que el advenimiento a gran escala de maquinaria, el mejoramiento de diferentes técnicas industriales, las herramientas e innovaciones tecnológicas, marcaron el fin de la historia Medieval y el inicio del modelo de producción capitalista [Cipolla, 1979], el cual empezó a predominar en Inglaterra y dio paso hacia una nueva estructura de desarrollo, hacia grandes transformaciones políticas, económicas y sociales.

Sin embargo, la extracción en las minas de carbón empezó a volverse cada vez más complicada ya que era necesario acceder a minas en las cuales este mineral se encontraba a mayores profundidades y el agua empezaba a dificultar la labor. Este impedimento fue el que propició, hacia 1712, la creación de la primera máquina de vapor comercialmente viable de Newcomen, y aunque era muy útil en las minas, ésta no era tan eficiente y consumía bastante combustible [Cipolla, 1979]; posteriormente, James Watt mejoró el diseño de la máquina de vapor, invento que patentó en 1769 y la entregó al comercio en 1776. Esta modificación permitió tener una máquina de gran utilidad para bombear agua en las minas de carbón, con el beneficio adicional que podía transportarse hacia cualquier lugar para generar potencia, lo cual posibilita su uso en muchas otras tareas productivas, aún con la limitación en la eficiencia de conversión que era reducida -menos de 5%- [Smil, 2004].

La máquina de vapor marcaría el inicio de la Revolución Industrial, éste fue el primer diseño capaz de convertir la energía química de los combustibles en energía mecánica y fue muy útil durante las tres décadas siguientes en casi todas las industrias [Smil, 2006]. Gracias a esta innovación, la producción final por trabajador y por unidad de capital invertido aumentó significativamente, al igual que el nivel de producción agregada [Manrique, 2008]. En este sentido, el trabajo humano y animal se redujo mientras la escala de producción se elevaba.

De esta forma, el carbón desempeñó un papel fundamental como recurso energético en el proceso industrial, en el desarrollo de la sociedad y en general de la economía de Inglaterra, donde la máquina de vapor y el ferrocarril fueron tecnologías primordiales debido a que mejoraron el uso eficiente de este mineral. Gracias al aumento del aporte energético contenido en el carbón y la capacidad para aprovecharla, la economía inglesa entró en una fase de mayor productividad del trabajo, lo cual se tradujo en nuevas formas de organización industrial y en un aumento del bienestar de Inglaterra y posterior a 1769, la de Estados Unidos.

#### **4.1 La era de la electricidad y el petróleo**

No sólo la nación británica fue beneficiada con el uso del carbón y las máquinas que transformaban su energía en trabajo equivalente, a este proceso se involucró Estados Unidos hacia a finales del siglo XIX ya que venía experimentando una rápida acumulación de conocimiento, de maduración técnica, tecnológica e industrial y de un permanente flujo de inversiones que lo potenciaron como la economía mundial predominante, así como también en un gran consumidor de recursos naturales.

Estados Unidos superó a Inglaterra en la producción mundial de carbón manteniendo su posición hasta la clausura del siglo XX, la predominancia de esta fuente energética llegó a la cumbre en la centuria del XX, dado que a través de un proceso de sustitución paulatino en el que recursos como el gas y el petróleo entraron en la senda energética para reemplazar el mineral. Parcialmente se pasa del carbón al uso del gas de hulla que fue introducido a inicios del siglo XIX, éste se convirtió en la mayor fuente de luz tanto en las pequeñas como en las grandes ciudades hacia mediados de la misma centuria. La cantidad de gas vendida se triplicó entre 1880 y 1912, y pese a que continuó creciendo hasta 1938, su producción cesó al entrar en competencia con la electricidad, como fuente de luz para muchos centros urbanos, cuya oferta creció enormemente y proporcionó una nueva forma de generar potencia, calor y luz [Periman, 2004].

##### **4.1.1 La era de la electricidad**

Debido a las necesidades crecientes de la industria

por mayor energía, surge la luz eléctrica a finales del siglo XIX, específicamente en 1882 cuando entró en operación la primera central de generación eléctrica hecha por Thomas Edison, localizada en Nueva York [Periman, 2004]. A partir de la creación del nuevo sistema de producción y transmisión de la electricidad, siguieron otras contribuciones e innovaciones como las de George Westinghouse quien insistió en una corriente alterna (AC) para la transmisión, Charles Parsons quien patentó la primera turbina de vapor en 1884, William Stanley quien introdujo un transformador eficiente en 1885 y Nikola Tesla quien inventó el motor eléctrico en 1888 [Smil, 2004]. Este motor, desarrollado por Tesla y mejorado por grandes empresas de electricidad, marcó el inicio de la aplicación intensa de energía eléctrica para todas las actividades productivas, que luego desplazó rápidamente a las máquinas de vapor y a un importante volumen de mano de obra [Manrique, 2008].

A merced de las anteriores contribuciones, el sistema eléctrico mejoró sustancialmente y hacia 1890 resultó en un sistema con excelente funcionamiento que transformó positivamente cada actividad diaria de la sociedad, iluminó desde los interiores de los hogares hasta las calles, actuó como fuente de energía para los trenes urbanos e interurbanos y además, tuvo un gran impacto en la producción industrial dado que permitió adquirir mayor producción por unidad de capital y de trabajo.

Fue la manufactura americana la pionera en realizar la transición de las máquinas de vapor hacia los motores eléctricos, los cuales facilitaron los procesos industriales. La electricidad fue una forma de energía fundamental porque permitió la transmisión de potencia mecánica a las fábricas y redujo el consumo de energía gracias a su eficiencia. Estos grandes avances de la tecnología impulsaron la mayor producción y constituyeron el inicio de la segunda fase de la Revolución Industrial, cuando se consolidó el sistema capitalista en función de las innovaciones tecnológicas y de la calidad de vida de las denominadas sociedades industriales [Manrique, 2008].

Vale la pena resaltar que la creciente expansión y perfeccionamiento del sistema eléctrico en Estados Unidos tuvo un desarrollo exitoso en términos productivos y sociales. Esta forma de energía secundaria referencia una transformación tecnológica y productiva para el país norteamericano que se configuró como la potencia económica y tecnológica a nivel mundial. Estos avances técnicos y formas de generación energética también se propagaron posteriormente, a otro número de países como Japón u otros del continente asiático y con el paso del tiempo, a la mayor parte del territorio mundial.

Otra fuente primaria de energía importante para el sector energético en Estados Unidos fue el petróleo, del cual también se deriva electricidad y constituye un elemento simbólico para el desarrollo de la economía y la sociedad de los siglos XX y XXI como se verá a continuación.

##### **4.1.2 La era del petróleo**

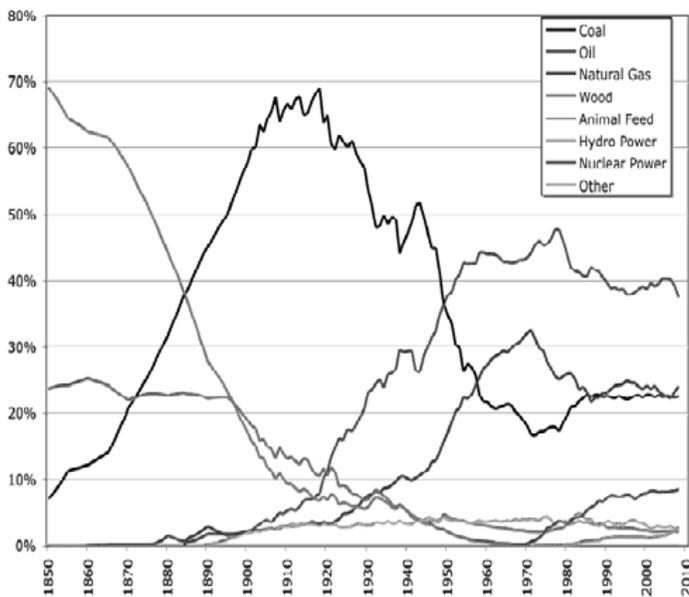
El auge de la producción de petróleo tuvo lugar en el siglo XX, aunque éste había empezado a utilizarse desde los primeros años

del XIX como medio de iluminación con la lámpara de petróleo que se creó inicialmente en Rumania [Sedillot, 1977]. Pese a que la llama de las lámparas del crudo era vacilante, se reconoce su contribución para alumbrar las calles e interiores de los hogares que tanto la requerían, además le generó muchos beneficios económicos a Estados Unidos y afianzó bases para posicionarse como la gran potencia de la centuria del XX.

El incremento del uso del petróleo a inicios del siglo XX es evidente con los siguientes datos: a mediados de la centuria XIX la producción del crudo estaba cercana a cero, en 1860 se estima en 67 mil toneladas a nivel mundial y prontamente la cantidad se calculaba en centenares de miles de toneladas. Posteriormente la cifra era de millones de toneladas: 3,9 en 1880, 10 en 1890 y 21 en 1900. La producción en 1910 se eleva a 44 millones de toneladas y a 51 en 1913. De estas cifras globales, Estados Unidos participaba con 80% en 1880, que luego decayó a 40 por ciento en 1900 y, en 1913, vuelve a recuperarse con una proporción estimada de 66% del total [Sedillot, 1977].

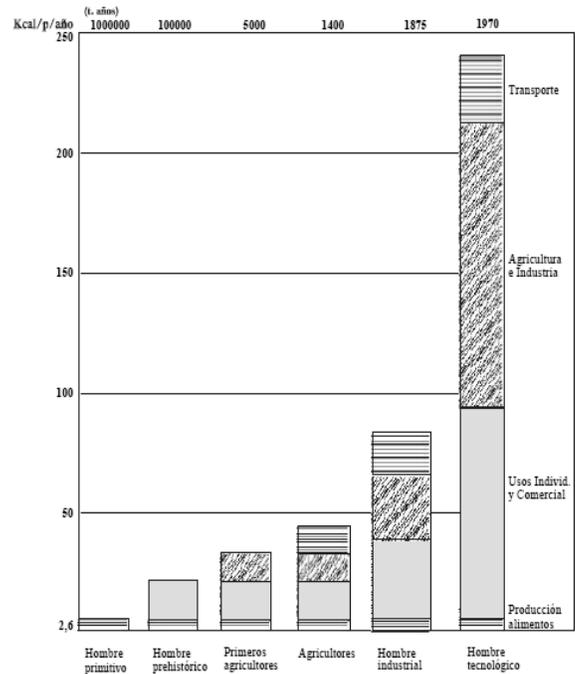
Luego de más de 800 años en actividad constante, en 1913 la industria del carbón llega al pico de su producción. A partir de entonces, el petróleo empieza a situarse como un recurso energético importante, sin decir que elimina la participación del carbón pues hasta la segunda mitad del siglo XX este último se mantuvo como la principal fuente de energía primaria del mundo, tal y como se refleja en la Figura 1., la cual detalla básicamente la composición de la energía primaria de Estados Unidos entre 1850 y 2010.

Por otro lado, desde 1850 la producción de carbón muestra una tendencia exponencial hasta 1913 donde llega a su punto máximo. De allí se observa cómo a inicios del siglo XX, el petróleo gana participación en la composición de la energía primaria en Estados Unidos y hacia 1950 supera al carbón.



**Figura 1.** Composición de la energía primaria de Estados Unidos 1850-2010  
**Fuente:** [Stern 2010].

Para finalizar este recorrido histórico sobre la evolución del hombre, la economía y su vínculo con la energía, se puede sintetizar todo lo analizado anteriormente en la Figura 2. En la primera fase de la humanidad, el homo sapiens sólo disponía del alimento para su consumo energético. En tiempos de la Revolución Agrícola si bien el hombre había superado el gasto energético en relación a cientos de años atrás, este aún no era suficiente para proveer la energía que requería la sociedad. Tales condiciones fueron superadas a través de un largo proceso en el cual el hombre había adquirido conocimientos y en la medida del tiempo su ingenio le posibilitaba obtener mayor dominio sobre la naturaleza y asimismo aprovecharla. Posteriormente, la primera fase de la Revolución Industrial permitió sobrepasar los límites e incrementar de manera considerable su gasto de energía. Entre la Revolución Agrícola e Industrial se registra un salto importante en consumo energético.



**Figura 2** Consumo energético diario per cápita en el tiempo  
**Fuente:** [Passet 1996]

El cambio más significativo entre el período total observado sucede entre el hombre industrial y el hombre tecnológico (no se define qué es cada uno y en qué se diferencian) que data entre los años 1870 y 1970. En este lapso de tiempo, el gasto de kilocalorías del hombre tecnológico aumentó aproximadamente tres veces más en relación al industrial. De esto se identifica que la sociedad actual es energético-intensiva y que el hombre en menos de dos siglos multiplicó enormemente su consumo de energía, acontecimiento que no se

había registrado en la historia de la humanidad y que merece particular atención en términos académicos y en representaciones teóricas coherentes en la disciplina económica.

Respecto a ello analizaremos en el siguiente apartado el papel de la energía, que se obtiene de los recursos naturales, en los planteamientos de la teoría económica.

## 5. LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS NATURALES COMO FACTORES DE PRODUCCIÓN EN LA TEORÍA ECONÓMICA

Durante el período de industrialización propiamente dicho, que se extiende más o menos desde comienzos del siglo XVIII hasta la primera mitad del XX, la principal característica de la transformación estructural de la economía fue el alza del sector secundario (minería, fabricación y construcción) y una disminución del papel de la agricultura en la sociedad moderna, que se observa en la proporción tanto de mano de obra especializada como de producción, cuyo foco principal se llevó a cabo en Gran Bretaña «la primera nación industrial» [Cameron & Neal, 2006].

Si bien es cierto todas éstas transformaciones contribuyeron a mejoras en el nivel de vida de las clases trabajadoras, inclusive los peor pagados, en el siglo que va desde 1750 hasta 1850, los ingresos de aquellos que vivían sobre todo de la renta, el interés y el beneficio se elevaron en proporción mucho mayor. En otras palabras, la desigualdad en la distribución del ingreso y la riqueza, que era ya grande en la economía preindustrial, se hizo incluso mayor en las primeras etapas de la industrialización [Cameron & Neal, 2006].

Estos cambios trajeron consigo el desprendimiento de la agricultura como motor de la economía y por tanto la separación de la relación hombre-naturaleza, gracias a la facilidad que brindaban las máquinas e invenciones para la creación de industrias nuevas y mejoramiento de los procedimientos en las existentes, lo que hacía que el trabajo fuera mucho más productivo y se generaran mayores niveles de ingreso. Este proceso de industrialización no experimentó ningún crecimiento prodigioso en la cantidad o la calidad de los recursos naturales en la Europa industrial, comparada con la Europa preindustrial, pero, gracias al cambio tecnológico y a la presión del aumento de la demanda, recursos antes desconocidos o de poco valor adquirieron una importancia enorme, o incluso crucial [Cameron & Neal, 2006], entre ellos el carbón.

Inicialmente la economía se basaba en la agricultura, las fuentes de poder eran los seres humanos y la fuerza

animal los cuales fueron ampliamente utilizados en la agricultura, actividades industriales y como medio de transporte; el Buey era utilizado como fuente de energía animal, pero con el paso del tiempo, la tecnificación, el uso del molino de agua y de viento fueron desplazando la fuerza animal por herramientas más tecnificadas. En ese momento, el análisis de la actividad económica lo realiza la escuela fisiócrata, desarrollada principalmente en Francia, liderada por François Quesnay, quien en 1758 publica sus análisis sobre el comportamiento de la economía de la época en «Tableau Economique», en el momento en que se hace visible un proceso de revolución tecnológica agrícola al lado de una artesanía que apenas empieza a tener un peso económico [Gómez & Posada, 2003].

Quesnay divide la nación en tres clases sociales: a) La clase productiva, conformada por los trabajadores de la tierra, b) la clase de los propietarios, quienes son dueños de la tierra y se benefician de su renta, y c) la clase estéril conformada por quienes realizan trabajos no agrícolas o de servicios [Quesnay, 1766]. En este sentido, Quesnay planteaba que sólo la agricultura era capaz de generar excedente en la producción y por lo tanto solo se debían dedicar a la manufactura aquellos países en los que la fabricación tuviera menos gastos en comparación con los demás; así mismo, se debían comprar al extranjero las mercancías de mano de obra que fueran vendidas a un menor precio del que costaría si se fabricaran en el país, incentivando así el comercio exterior [Quesnay, 1758].

Una de las principales características de la economía preindustrial era su gran dependencia a la tierra, dado que esta no solo constituía una fuente de alimentos sino que también aportaba gran parte de las materias primas utilizadas en la agricultura, de ahí que el crecimiento de la economía estaba sujeto a las limitaciones que le imponía la productividad de la tierra, de la cual había una oferta fija. Por lo anterior llegados a cierto punto, solo se podía ampliar la producción por medio del cultivo en peores tierras u obteniendo rendimientos crecientes en las hectáreas de tierras existentes; por lo cual, la limitación impuesta por la tierra hacía parecer inevitable que en algún momento se quedara atrapados en rendimientos decrecientes, lo que haría que la expansión de la tierra cultivable y la producción fuera más difícil y costosa [Wrigley, 1993].

En este sentido, posterior a los análisis realizados por la escuela fisiócrata surge la corriente clásica en el estudio de las relaciones económicas, promulgada principalmente por Adam Smith (1776), David Ricardo (1817), Thomas Malthus (1798), John Stuart Mill (1909) y Karl Marx (1867), el paso a la teoría clásica da un giro en el cuerpo teórico de la economía que se había planteado anteriormente por la fisiocracia ya que juega un papel central el trabajo hecho por el hombre y no la tierra cultivable o la agricultura como creadores de riqueza.

Sin dejar de lado el aporte que realizaron otros autores a la teoría clásica, como T.R. Malthus, C. Marx y J. S. Mill, se puede resaltar que los principales representantes de esta teoría son Adam Smith y David Ricardo debido a sus trabajos conceptuales y su intento por explicar los fenómenos económicos a través de la teoría del valor-trabajo, apoyados en la esfera de la producción y de las relaciones

sociales que esta implica, y utilizando la mecánica física como modelo científico de referencia en donde los objetos estudiados eran átomos sociales y no personas integrantes de una sociedad. Los economistas clásicos no reconocieron explícitamente la importancia de los recursos naturales como insumos o factores de producción en el proceso productivo; su interés radicó en la construcción de una teoría de la renta de la tierra que lograra distribuir eficazmente los ingresos provenientes del proceso de producción. De ahí que los cambios a nivel tecnológico, científico, económico y social, registrados a finales del siglo XVIII sobrepasaran los planteamientos de los economistas clásicos e imposibilitaran explicarlos con sus bases teóricas.

Debido a los cambios estructurales que fueron surgiendo en la sociedad con motivo de las nuevas invenciones como la máquina de vapor, que permitían acelerar los procesos y mejorar la producción de bienes y servicios, así como el acceso a fuentes de energía como el carbón, la corriente clásica se quedó sin capacidad para explicar los continuos cambios presentados y dio paso a la teoría neoclásica.

El siglo XIX, tiempo en el cual se desarrollan los principales aportes a la teoría neoclásica, fue un período de profundas transformaciones económicas y sociales y de agudas crisis políticas [Screpanti & Zamagni, 1997]; la sociedad pasa de ser dependiente de los recursos obtenidos de la tierra, a una sociedad industrial en la cual las nuevas máquinas facilitaban el trabajo del hombre y se deja de lado la tierra para ser la nueva tecnología el motor del crecimiento. La agricultura quedó entonces en un segundo plano y con ella los análisis de la renta de la tierra y las limitaciones que ésta le imponía al proceso de producción; es en ese momento que la manufactura toma el eje central de la economía, grandes industrias se crean alrededor de éste sector contribuyendo a un crecimiento vertiginoso de la producción y por tanto una mayor demanda de la fuerza laboral.

El análisis económico se centró en el estudio de la utilidad, el equilibrio y el mercado, debido a que los bienes producidos en las industrias eran intercambiados de acuerdo a las fuerzas del mercado, de ahí que la médula de la teoría moderna la constituiría la teoría de la elección del consumidor y la teoría del cambio y de la producción [Roll, 1942]. Dentro de los primeros autores que se enmarcan en la teoría neoclásica, William Stanley Jevons, Carl Menger y Leon Walras, posteriormente F. Y. Edgeworth, Alfred Marshall y Vilfredo Pareto, entre otros, sentaron las bases para la consolidación de la corriente neoclásica como teoría dominante en la economía.

La corriente neoclásica centró su análisis en la teoría de la elección del consumidor y la teoría del equilibrio del cambio y de la producción, es decir se da un cambio en la manera como se analizan las relaciones económicas al pasar de un nivel macro a uno micro en el que prima el comportamiento de los agentes, la elección y por tanto el papel principal lo juega el mercado, ya que es allí donde se determinan los niveles de producción y consumo de la sociedad. Ya no existían las percepciones relacionadas con limitaciones físicas impuestas por la productividad de la tierra,

debido a la eficiencia de las nuevas máquinas que llegaron a facilitar el proceso de producción y por tanto a generar mayor nivel de producción con los recursos disponibles.

La teoría neoclásica basa sus análisis en modelos que intentan describir el comportamiento de la economía y los determinantes del crecimiento económico. El primer modelo que se utilizó fue planteado por Robert [Solow 1956] *"Previo al trabajo de Solow, Abramovitz (1956) realiza un análisis del crecimiento de la economía en Estados Unidos desde 1870 hasta 1956, en el cual otorga al aumento de la productividad laboral, el aumento en la disponibilidad de capital, unidos a otros factores sociales y técnicos como principales factores que contribuyen al crecimiento. Ahora bien, Solow (1956) con base en el modelo de Harrod-Domar, manteniendo y modificando algunos de los supuestos intenta explicar el patrón del crecimiento económico en general y las variables que inciden en este a largo plazo. Para tal efecto considera que la producción se lleva a cabo con ayuda de dos factores de producción, capital y trabajo y que esta se caracteriza por tener retornos constantes a escala por lo cual la función de producción es homogénea de grado uno, lo que equivale a suponer que no hay escasez de recursos como la tierra, "ya que si se permite la escasez de tierra se conduciría a retornos decrecientes a escala en el trabajo y el capital por lo que el modelo tendría un sentido más Ricardiano" (Pág. 67), es decir existiría limitaciones a la producción impuestas por la disponibilidad de tierra".* El cual pretendía explicar la influencia de los factores de producción (capital y trabajo) en el crecimiento de un país, así como los efectos de la acumulación del capital en el mismo.

A partir de los trabajos de Solow, se han llevado a cabo análisis posteriores con el fin de modelar el crecimiento económico flexibilizando o incorporando supuestos al modelo para así ampliar y extender su enfoque básico *"Helpman (2004) realiza un análisis amplio de las investigaciones posteriores a los planteamientos de Solow en algunos uno de los factores que se han determinado cruciales para el crecimiento económico de una nación, como son la acumulación, la productividad, la innovación, la interdependencia, la desigualdad, las instituciones y la política."* En general, la inclusión de los recursos naturales al análisis económico ha tenido que realizarse desde el sistema de valor de cambio bajo el cual funciona el sistema económico, incorporándolos desde la noción genérica de tierra o desde la visión de externalidades asociadas al uso de los recursos, es decir la degradación ambiental [Naredo, 1987]. El análisis de las externalidades fue realizado inicialmente por [Pigou, 1920], posteriormente [Coase, 1960; Mishan, 1971], quienes basaron sus estudios en la valoración económica del medio ambiente.

Una corriente alterna ha tratado de ampliar el campo de análisis incorporando nuevamente la tierra y los recursos naturales como factores importantes en el proceso productivo y por tanto en el crecimiento de los países. Alejándose de los supuestos de la economía estándar, y considerando al proceso productivo inmerso en el medio ambiente con el cual realiza un intercambio constante de flujos de energía surge la Economía Ecológica, la cual trata de incorporar los recursos naturales al análisis de los determinantes del crecimiento económico debido a la concepción de la economía como un subsistema abierto que está inmerso en un sistema más grande, que es la naturaleza y del cual depende para poder llevar a cabo los procesos que requiere el hombre con el fin de suplir sus necesidades y mejorar su nivel de vida.

Nicholas Georgescu-Roegen, considerado el precursor de la economía ecológica, en su libro *La ley de la entropía y el proceso económico* (1971) plantea el proceso productivo como un sistema abierto en el que el medio ambiente interactúa como proveedor de la materia prima necesaria para la producción y al tiempo como receptor de los desechos generados. Georgescu-Roegen resalta que la economía ecológica basa sus análisis fundacionales en las leyes de la termodinámica haciendo especial énfasis en la segunda ley, más conocida como Ley de la Entropía [Georgescu, 1971]: *la materia y la energía se degradan de manera continua de disponible a no disponible independientemente de que la usemos o no; de ahí que lo que confiere valor económico a la materia y energía es su posibilidad de ser utilizada contrastada con la ya utilizada o no disponible* [Naredo, 1994].

En general, la relación energía-crecimiento económico ha estado presente en la sociedad desde los principios en los que la agricultura era el motor de la economía, la energía es una variable social crucial, y penetra en casi todas las facetas de la sociedad mundial [Rosa et al., 1988] de ahí que si una sociedad logra mayor producción material que otras, parecería que la energía es en gran parte responsable de la diferencia material de las sociedades [Rosa et al., 1988]. A través de la historia se han presentado diversos eventos que han llevado al hombre a tomar decisiones relacionadas a la conservación de la energía, [Cleveland, 2009] evidencia estos eventos y resalta que “La historia de la conservación de la energía refleja la influencia de la tecnología y la política en moderar el crecimiento de la demanda de energía”; la conservación de la energía ha estado con nosotros desde mediados del siglo XX, en parte gracias a las mejoras tecnológicas e igualmente debido los altos costos en el uso de la energía, la crisis de los precios del petróleo en los años 70’s son reflejo de la dependencia del hombre hacia la energía, lo que impulsó a tomar decisiones que contribuyeran a la conservación y eficiencia energética.

## 6. CONCLUSIONES

- La historia global sobre el uso de la energía en sus diferentes formas muestra la estrecha relación que existe entre ésta y la evolución de las especies y la civilización. Inicialmente, las sociedades dependían únicamente de fuentes de energía renovables, es decir, eran en teoría energéticamente sostenibles. La cesta energética se configuraba principalmente por la energía solar que emergía en las plantas y en la tierra, y a través de ellas era posible la obtención de energía en los alimentos. En este contexto, puede decirse que la energía tácitamente era un factor productivo fundamental que se complementaba con otras fuerzas de la naturaleza y con el desempeño de otros factores productivos como el trabajo humano y animal.
- Este trabajo se caracteriza entonces, por mostrar que la abundancia de recursos energéticos y su potencia contenida, transformó cada sector productivo de la economía moderna. El trabajo del campo fue mecanizado, las máquinas desplazaron gran parte del trabajo humano y animal, asimismo, la maquinaria eliminó el duro trabajo de extraer los recursos minerales. Las nuevas fuerzas motrices revolucionaron el transporte y las innovadoras formas de procesamiento de comunicación e información, mejoraron el sector de servicios.
- En efecto, el nivel de desarrollo y de riqueza de una nación está en función directamente de la energía derivada de todos los recursos naturales. La evidencia histórica, conceptual y empírica muestra a los recursos naturales y energéticos como fundamentales en la estructura organizacional moderna, y como los factores potenciadores del crecimiento productivo experimentado desde el siglo XVIII hasta la actualidad. La energía cumple una función significativa, de hecho, nos caracterizamos por ser una sociedad energético-intensiva, aspecto que debe considerarse en el debate académico y político, de tal forma que haya una pronta transición sobre el uso de ciertas formas de energía, para contemplar las fuentes orgánicas renovables, especialmente la solar. Es ideal y necesario construir una nueva era de post-combustibles fósiles en la que se desarrollen formas de energía alternativas que prometen potencial, en que se mejore su conversión, su uso eficiente, así como también el ser humano reconsidere su modo de vida y reduzca el uso de la energía, lo cual disminuiría la contaminación y la presión sobre el planeta tierra.
- Se debe tener presente que los ecosistemas como un activo de capital, al igual que el capital reproducible, se deprecia si se usa mal o se abusa de éste; su depreciación es frecuentemente irreversible, o toma mucho tiempo en recuperarse y puede colapsar, sin previo aviso [Dasgupta, 2008].
- Es necesario mirar hacia otros métodos, diferentes a los usados tradicionalmente como el PIB, que permitan analizar y medir el crecimiento económico; se puede obtener una mejor explicación del pasado crecimiento económico si los servicios de energía, trabajo útil, son incluidos como factor de producción [Ayres & Warr, 2005], y así unido al capital y el trabajo quien el crecimiento económico de manera eficiente.

- Permitir un estudio interdisciplinar del crecimiento económico y el impacto en el medio ambiente posibilita ampliar el horizonte y avanzar hacia un uso eficiente de los recursos; como es el caso de la economía ecológica, los avances que han tenido lugar en ésta han posibilitado una interacción más cercana entre ecologistas y economistas permitiendo la inclusión del cambio climático en la agenda internacional, la comprensión de la no linealidad de los procesos ecológicos y la incapacidad del mecanismo de precios para asignar los recursos de manera eficiente [Dasgupta, 2008]. Nada se logra si solo contamos con energía, ligado a ella es necesario que se lleven a cabo desarrollos económicos y sociales, como la educación y el desarrollo de instituciones sociales que permitan el uso efectivo y el disfrute del crecimiento de los rendimientos [Toman & Jemelkova, 2002].

## REFERENCIAS

- Abramovitz, M. (1870). Resource and Output Trends in the United States since 1870. En I. National Bureau of economic research, OCCASIONAL PAPER 52 (págs. 1-23).
- Ayres, R. U., & Warr, B. (2005). Accounting for growth: the role of physical work. *Structural Change and Economic Dynamics*, 16, 181-209.
- Cameron, R., & Neal, L. (2006). Historia económica de la población mundial: Desde el Paleolítico hasta el presente. Alianza.
- Cipolla, C. M. (1979). Historia Económica de Europa. La Revolución industrial (Vol. III). (J. Carreras, & R. Vaccaro, Trads.) Barcelona: Ariel.
- Coase, R. (1960). The problem of social cost. *Journal of law and economics*.
- Cunningham, R. E. (Agosto de 2003). La Energía, historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, 52-60.
- Dasgupta, P. (2008). Nature in Economics. *Environmental and Resource Economics*.
- Fouquet, R., & Pearson, P. (1998). A thousand Year of Energy Use in The United Kingdom. *The Energy Journal*, 19 (4), 1-41.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energía y Mitos Económicos. *Southern Economic Journal*, 94-122.
- Georgescu-Roegen, N. (1996). La ley de la entropía y el proceso económico. España: Fundación Argentaria-Visor Distribuciones.
- Gómez, L. J., & Posada, L. G. (2003). Cambios en las relaciones Economía-Naturaleza. Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, DIME.
- Helpman, E. (2004). El misterio del crecimiento económico. España: Antoni Bosch.
- Manrique, O. (2008). Relaciones energía-Crecimiento económico: Un Análisis Histórico, Conceptual y Crítico. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Naredo, J. (1987). La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico. Siglo XXI de España.
- Naredo, J. (1994). Fundamentos de la economía ecológica. En F. Aguilera, De la economía ambiental a la economía ecológica (págs. 374-404). Barcelona: Icaria-Fuhem.
- Periman, R. D. (2004). Early Industrial World, Energy. *Encyclopedia of Energy*, 1, 849-858. Albuquerque, NexMexico, Estados Unidos: Elsevier.
- Pigou, A. C. (1920). The economics of welfare. London: MacMillan.
- Quesnay, F. (---). Explicación del "Tableau Economique". En F. Quesnay, El "Tableau Economique" y otros escritos fisiocráticos (págs. 25-64). Barcelona: Fontamara.
- Quesnay, F. (1758). El "Tableau Economique". En F. Quesnay, El "Tableau Economique" y otros escritos fisiocráticos (págs. 13-15). Barcelona: Fontamara.
- Quesnay, F. (1758). Extracto de las economías reales de Sully. En F. Quesnay, El "Tableau Economique" y otros escritos fisiocráticos (págs. 17-24). Barcelona: Fontamara.
- Quesnay, F. (1766). Análisis de la fórmula aritmética del <Tableau Economique> de la distribución de los gastos anuales de una nación agrícola. En F. Quesnay, El <Tableau Economique> y otros escritos fisiocráticos (págs. 37-64). Barcelona: Fontamara.
- Roll, E. (1942). Historia de las doctrinas económicas. Bogotá: Fondo de cultura económica.
- Rosa, E., Machlis, G., & Keating, K. (1988). Energy and society. *Annual review of sociology*.
- Schultz. (2001). Historia Económica de Europa, 1500-1800. (J. A. Padilla, Trad.) Madrid: Siglo Veintiuno de España Editores, S.A.
- Screpanti, E., & Zamagni, S. (1997). Panorama de historia del pensamiento económico. Barcelona: Editorial Ariel, S.A.
- Sedillot, R. (1977). La historia del petróleo. (L. I. Sandoval, Trad.) Bogotá: Pluma.
- Smil, V. (2004). World History and Energy. *Encyclopedia of Energy*, 6. (549-561, Ed.) Petten, The Netherlands: Elsevier.
- Smil, V. (2006). Energy. *Oneworld publications*.
- Smil, V. (2008). Energy in Nature and Society. Massachusetts Institute of Technology.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Stern, D. I. (Octubre de 2010). The Role of Energy in Economic Growth. (T. A. Crawford School of Economics and Government, Ed.) Centre for Climate Economics & Policy (3.10), 1-50.
- Toman, M., & Jemelkova, B. (2002). Energy and Economic Development: An Assessment of the State of Knowledge.
- Wrigley, E. (2010). The industrial revolution and energy. En E. Wrigley, Energy and the English Industrial Revolution (págs. 239-250). New York: Cambridge University.
- Wrigley, E. A. (1993). Cambio, Continuidad y Azar. Carácter de la Revolución Industrial inglesa. España: Crítica.