

Evolución del papel de la naturaleza en el estudio económico: desde los autores preclásicos hasta la Escuela Neoclásica.

Juan Fernando Arango Sánchez*

Resumen

El presente artículo abordará desde una perspectiva histórica, el papel que la naturaleza y la energía han desempeñado en las construcciones teóricas de las principales escuelas del pensamiento económico, desde la perspectiva fisiocrática que les otorgaba un lugar central, hasta la marginación experimentada en la teoría neoclásica.

Palabras clave: Escuela clásica, Fisiocracia, Escuela neoclásica, energía, naturaleza.

Abstract

This article will discuss from a historical perspective, the role played by nature energy in the theoretical constructs of the major schools of economic thought, from the perspective Physiocratie that gave them a central place, to the experienced marginalization in the neoclassical theory.

Keywords: Classic School, Physiocracy, neoclassic School, energy, nature.

JEL Classification: B10, N01, N5, O33, Q32, Q40.

Résumé

Cet article traite, dès une perspective historique, le rôle de la nature et de l'énergie dans les constructions théoriques des principales écoles de la pensée économique. Dans physiocratie, ces notions ont une place centrale, pendant que dans la théorie néoclassique, ont été marginalisés.

Mots clés: Classic School, Physiocracy, neoclassic School, energy, nature.

Recibido: 20/03/14

Aceptado: 20/10/2014 Versión final: 20/11/2014

* Estudiante Maestría en Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. jfarangos@unalmed.edu.co

Introducción

Actualmente, la Escuela Neoclásica es la corriente dominante al interior de la enseñanza económica alrededor del mundo; desde 1870 sus propuestas teóricas y metodológicas se han impuesto por encima de las demás escuelas de pensamiento.

Pero, ¿cuál es el papel que la naturaleza (representada en este artículo principalmente por la energía y los recursos naturales) desempeña en el análisis neoclásico? y ¿cómo era abordada dentro de las escuelas de pensamiento que precedieron a los neoclásicos? Estas son las dos interrogantes que se busca responder en el presente artículo.

Estas son preguntas que cobran especial relevancia en la época actual debido a la creciente presión que el crecimiento económico global impone sobre el planeta, sin embargo el análisis de las propuestas neoclásicas actuales, parece ignorar este hecho.

En la primera parte se analizarán las construcciones teóricas preclásicas, fisiocráticas y clásicas, haciendo énfasis en el papel que dentro de estas ocupan los recursos naturales y energéticos. Posteriormente se aplicará la misma metodología al análisis de la teoría neoclásica, con el fin de entender el cambio que experimentó el papel de la naturaleza dentro del estudio económico.

I. Los orígenes: La concepción clásica de la economía y el papel de la naturaleza en el sistema económico

La visión del mundo que antecedió a los desarrollos científicos del siglo XVIII tenía un claro carácter animista, el planeta se concebía como una gran entidad biológica y cada uno de sus componentes eran considerados como entidades con vida propia; es así como el matemático, físico y astrónomo italiano Gerolamo Cardano planteaba en 1556 que: *las materias metálicas son a las montañas no otra cosa que los árboles, con raíces, tronco, ramas y hojas(...)* ¿qué otra cosa puede ser una mina más que una planta cubierta de tierra? y el químico y biólogo francés Bernard Palissy afirmaba en 1563 que: *Lo mismo que en el exterior de la tierra, se trabaja para engendrar algo; igualmente, en el interior, la matriz de la tierra trabaja también para producir* (Citado por Naredo, 1987:30).

Para comienzos del siglo XVIII, esta concepción del mundo empezaba a cambiar, los aportes de la ciencia moderna estaban modificando gradualmente la vida en las principales sociedades europeas, este hecho se veía reflejado en las obras de Isaac Newton, Rene Descartes, Thomas Hobbes y Galileo Galilei entre otros. El edificio científico se cimentaba en ese entonces en las cuatro reglas básicas planteadas por René Descartes (1596-1650) en su *Discurso del Método* (1637), las que a grandes rasgos planteaban lo siguiente:

Considerar por verdad, sólo aquello que tras un análisis sin precipitud, ansiedad, ni prevención, se revele de una manera *clara y distinta* sin ninguna sombra de duda; dividir cada problema en cuantas partes sea posible, resolviendo posteriormente cada una de dichas

partes; jerarquizar el pensamiento abordando el análisis desde los fenómenos más simples hasta aquellos que comprenden mayor complejidad; y Llevar una enumeración detallada y completa durante todo el proceso con el objeto de no pasar por alto ninguna de sus partes (Naredo, 1987: 219).

Thomas Hobbes (1588-1679), planteaba en su obra de 1651 *El Leviatán*, que el hombre buscaba asociarse con sus congéneres para combatir la miseria y el peligro, lo que daba forma a la organización social y estatal; la existencia, agregaba el autor, radicaba en la búsqueda de la felicidad que no era otra cosa que atraer el placer y alejar el dolor (lo que más adelante se conocería en la economía como la utilidad), pero ésta se derivaba indefectiblemente del poder y su búsqueda por parte de los individuos, llevaba inevitablemente al conflicto (Naredo, 1987, p.68).

En el artículo de J.J Rousseau (1712-1778) titulado: *Economía Política*, el Estado se describía como un símil del cuerpo humano, donde el poder soberano era la cabeza; las leyes, el cerebro o sede del entendimiento; los jueces y magistrados los órganos; el comercio, la agricultura y la industria equivalían a la boca y el estómago; y las finanzas públicas eran la sangre. En esta representación, la economía, al igual que el corazón, cumplía la función de transportar dicha *sangre* por todo el cuerpo, llevando la nutrición y la vida. Rousseau describía a los ciudadanos como los miembros que hacían vivir, mover y trabajar a la máquina (Naredo, 1987, p.68).

Esta nueva concepción de la sociedad, difería sustancialmente de aquella que se había establecido hasta ese momento, en la cual Dios, como creador de la vida, le proporcionaba a los seres humanos todo lo necesario para su subsistencia; bajo este nuevo esquema social, el hombre interpretaba un papel más activo, ya que ahora no se limitaba simplemente a tomar los bienes que la naturaleza le ofrecía gratuitamente, sino que a través de su esfuerzo físico y el desarrollo de nuevas técnicas, comenzó a transformar las materias primas y a aprovechar las fuentes energéticas para su beneficio.

En función de lo anterior, el conocimiento fue dividido en tres bloques principales: la separación entre lo vivo y lo inerte (Historia Natural); entre el hombre y los demás seres vivos (en función de la razón); y entre éste y el planeta Tierra, que pasó a ser sometido a la voluntad de aquél. No obstante, la economía se ocuparía sólo del estudio de la interacción entre los hombres, dejando de lado la relación de estos con los otros seres vivos y con el planeta. Quizás en este punto se perdió la oportunidad de articular tempranamente a la economía con el estudio de los flujos materiales y energéticos de los ecosistemas.

Estas modificaciones en la estructura social generaron a su vez profundos cambios en las relaciones económicas entre los individuos y en las de éstos con el Estado; los asuntos económicos comenzaron así a desligarse de las normas religiosas y éticas que los habían regido hasta la época (Heilbroner, 1968, p.39).

Pero éste no era un fenómeno nuevo, ya que desde mediados del siglo XVI, durante el reinado de Isabel I en Inglaterra, la lana era un artículo muypreciado, y por toda la isla había comenzado un proceso de apropiación de los *manor* (unidad de tierra en la que el señor de cada castillo tiene un área de producción de compra y venta de semillas), por parte de los señores feudales, con el fin de dedicarlas al pastoreo de ovejas; así que lo que antes eran tierras comunales aprovechadas por los campesinos libremente, se convirtió en propiedad privada (uno de los pilares fundamentales del sistema económico capitalista).

Es así como lo expresaba un habitante de la región en el año 1549:

"... en unas tierras en las que se ganaban la vida cuarenta personas, vive ahora un solo hombre con su rebaño... Si, son estas ovejas las causantes de tanta desgracia, porque ellas han ahuyentado de los campos a los labradores, encareciendo con esto los alimentos, y no dejándonos otra cosa que ovejas y más ovejas" (Heilbroner, 1968:41).

Estos eventos, sumados a algunos otros de carácter económico y demográfico, contribuyeron a establecer nuevas relaciones sociales que darían origen a los agentes económicos característicos de la sociedad capitalista: los siervos se vieron obligados a abandonar las tierras de sus señores para ofrecer su fuerza de trabajo en los campos y en los naciéntes centros industriales, allí también se aglomeraron los antiguos maestros artesanos con sus talleres con el objeto de satisfacer la creciente demanda de mercancías de los nuevos ciudadanos; lo que dio nacimiento a dos clases sociales propias del sistema capitalista: la Burguesía y el Proletariado (Heilbroner, 1968, p.39).

El Burgués estaba impulsado principalmente por el afán de lucro y para ello dependía de la propiedad privada, la cual adquiría mediante el trabajo y que era deber del Estado proteger; esto representó una ruptura definitiva con el mundo medieval, el individuo pasó a ser el agente dinamizador de las actividades económicas e industriales y se comenzó a observar una decadencia del intervencionismo Estatal en las mismas; además de que la creciente competencia iba en detrimento de las estructuras monopólicas. Como se verá más adelante con Adam Smith, este individualismo se convertiría en la base metodológica de la corriente económica dominante (Roll, 1994, pp, 86-87.).

A principios del siglo XVIII, existían ya en Inglaterra varias industrias en franco crecimiento: minería, sal, cobre, bronce, artillería, entre otras; que funcionaban bajo un incipiente régimen fabril y utilizaban cada vez más intensivamente la fuerza del viento y del agua; fue así como la producción pasó a ocupar el lugar del comercio como principal fuente de riqueza (Roll, 1994, p, 88). Estos primeros brotes de industrialización bien podrían considerarse como los gérmenes de la Revolución Industrial que se presentó más tarde a finales del mismo siglo.

Fue en este contexto, donde comenzó a construirse el marco teórico que luego serviría como base para la construcción de la disciplina económica, la cual tendría como objetivo principal extrapolar los métodos científicos empleados por las ciencias naturales, al campo de las actividades económicas; para ello era menester aislar dicho sistema económico del

resto de subsistemas en que ahora se hallaba segmentado el conocimiento, tal como lo recomendaba el método cartesiano.

Uno de los predecesores de la escuela clásica fue William Petty (1623-1687), sus estudios se centraron principalmente en el análisis del proceso productivo en lugar del ciclo comercial; ya que de acuerdo al contexto de crecimiento industrial en que vivió, ahora se consideraba que la riqueza provenía principalmente de la producción y no del comercio, como se afirmaba desde la doctrina Mercantilista (Roll, 1994, p.62). Su principal obra fue *A Treatise of Taxes and Contributions*, escrita en 1662, en ella afirmaba que *el Trabajo es el padre y el principio activo de la riqueza, y las Tierras son la madre* (citado por Roll, 1994, p.97). Se puede inferir de esta afirmación que por lo menos para los economistas preclásicos la naturaleza formaba parte activa en la composición de la riqueza.

En su *Treatise*, Petty enunció la teoría de la renta diferencial ciento cincuenta años antes de que lo hiciera David Ricardo, aunque bajo un enfoque diferente (Roll, 1994, p.99); determinó el valor de uso de las mercancías con base en la tierra y el trabajo incorporados en éstas; pero al momento de determinar el valor de cambio sólo consideró al trabajo incorporado en las mercancías, dejando de lado la tierra. No obstante, resulta evidente la importancia de la naturaleza (definida en su obra como la tierra) en su análisis económico.

John Locke (1632-1704) se anticipó a los planteamientos de la Fisiocracia al afirmar que la tierra era la única generadora de un excedente (o producto neto como lo denominaban aquellos), investigó la manera en que el dinero (considerado como estéril) podría tener el carácter creador de riqueza que poseía la tierra, también justificaba la existencia de la propiedad privada en el hecho de que en ella confluían el trabajo del hombre y los dones de la naturaleza.

Para estos autores la naturaleza era, junto al trabajo, uno de los factores determinantes en la formación de riqueza, prueba de ello es que, para éstos, la tasa de interés estaba determinada por la renta de la tierra; Petty afirmaba que el tipo de interés equivalía a (la) *renta de tanta tierra como pueda adquirirse con el dinero prestado* (citado por Roll, p,101); esto permite concluir que, para aquella época, el estudio económico aún estaba estrechamente ligado a la influencia que ejercía la naturaleza en las actividades económicas.

Puede afirmarse que la primera escuela del pensamiento económico, en el sentido que hoy se le da a este término, fue la que posteriormente se conoció como La Fisiocracia, que traducido del griego significa: *Gobierno de la naturaleza*; ésta cobró fuerza especialmente en la Francia de principios y mediados del siglo XVIII, y su tesis principal consistía en afirmar que la agricultura era la única actividad económica verdaderamente productiva, ya que sólo a través de ésta era posible la generación de un *producto neto*, y que éste era la causa de los auges y caídas en el ciclo económico (Cleveland, 1987, p.50).

Mientras que la Agricultura para los Fisiócratas generaba un producto neto, la industria y el comercio sólo cumplían la función de transmutar dicho excedente, generando así la llamada

riqueza económica; definida como aquella que, una vez se consigue superar el nivel de subsistencia, entra al ciclo económico siendo gravada por el Estado. Debido a que la industria y el comercio eran incapaces de reponer los desperdicios generados en el desarrollo de sus actividades, eran consideradas como *aniquiladoras* de riqueza, en el sentido en que ésta se encontraba definida en la Fisiocracia; por lo tanto la generación de riqueza era obra de la naturaleza y no de la productividad del trabajo (Roll, 1994, p.121).

Los fisiócratas planteaban que los fenómenos físicos tales como las lluvias y la fertilidad del suelo eran de gran importancia para las actividades económicas, y como estos escapan a la influencia humana, el hombre debía comprenderlos y adaptar su economía a ellos para maximizar el bienestar (Cleveland, 1987, p.49). Por tanto, no era posible concebir a la economía como un subsistema aislado del entorno físico.

Esta división de la actividad económica, trajo consigo una segmentación de clases, según fuera el sector de la economía en que cada ciudadano se desempeñara; uno de los considerados padres de la Fisiocracia, Francois Quesnay (1694-1774), a través de su *Tableau économique* de 1758, planteó la división de la sociedad en tres clases: La productiva, compuesta por los agricultores, que mediante su trabajo obtenían el producto neto de la tierra; la de los propietarios, entre los que se encuentran los dueños de la tierra, el rey, la iglesia y los empleados públicos, que vivían de los arrendamientos, impuestos y diezmos pagados por los agricultores; y la estéril, conformada por artesanos, comerciantes, entre otros, que se ocupaban principalmente de transformar las materias primas, pero que no generaban ningún tipo de excedente material (Roll, 1994, p.122).

Debido a que para los fisiócratas la agricultura era la única clase productiva de la sociedad, propusieron que la tributación y la intervención estatal debían limitarse sólo a esta actividad, ya que un impuesto a la industria, sería un impuesto indirecto a la tierra, por lo que resultaría antieconómico (Roll, 1994, p.126).

El *Tableau* de Quesnay se ocupaba de la circulación de mercancías en cantidades físicas y de valores de uso; la imposibilidad que existía en aquella época de incluir análisis en términos de flujos energéticos, obligó a su autor a expresar estas cantidades en términos monetarios; lo que dejó abierta la posibilidad de un crecimiento económico ilimitado, debido a que la masa monetaria en circulación podía aumentar indefinidamente.

Posteriormente, dentro de las escuelas clásica y neoclásica se decidió superar este inconveniente al eliminar el aspecto material del análisis de Quesnay y ocuparse únicamente de los flujos monetarios; así, la producción ya no se abordó desde su perspectiva material, sino desde la óptica de los valores de cambio (Naredo, 1987, p.107). La escuela fisiocrática entró así en decadencia a partir de la aparición de la escuela clásica y pasó a ocupar un lugar marginal dentro de la Historia del Pensamiento Económico. En la actualidad se aborda en los cursos de Fundamentos Económicos de manera más bien superficial.

Se puede concluir, con base en esta mirada global a los predecesores de la escuela clásica, que ésta no partió desde cero; debido a que existía ya una base teórica consistente en diversos aportes sobre temas clave como la renta, el valor de uso, el valor de cambio, la generación de riqueza y las tasas de interés; lo que de cierta manera allanó el camino para el desarrollo de la economía como disciplina. También se puede agregar que para aquella época el estudio económico estaba estrechamente ligado a la comprensión del papel que desempeñaba la naturaleza en las actividades económicas.

Adam Smith es sin duda alguna uno de los precursores de la economía moderna, su obra *Investigación sobre la Naturaleza y Causa de la Riqueza de las Naciones* publicada en 1776 es considerada por muchos como el texto fundacional de la disciplina; por lo tanto resulta importante enmarcarla dentro del contexto histórico-social en el que fue escrita.

En ese mismo año, los Estados Unidos de Norte América lograron su independencia de Inglaterra, con lo que el Imperio Británico perdió a una de sus más importantes colonias alrededor del mundo, las cuales representaban la base para el funcionamiento del sistema mercantilista entrado ya en decadencia. Por otra parte, el Ingeniero escocés James Watt (1736-1819) se encontraba perfeccionando la máquina de vapor de Newcomen con el fin de hacerla energéticamente más eficiente; esto significó un enorme impulso, no sólo para la minería, sino también para la industria, ya que gracias a ésta, ahora era posible aplicar mucha más energía a los procesos productivos, lo que permitiría incrementar el número y la variedad de mercancías producidas; este hecho contribuyó a cambiar para siempre los patrones de producción y consumo (material y energético) de las sociedades humanas (Hall y Klitgaard, 2012, pp.13-14).

Así, la industria fue tomando poco a poco el papel de actividad generadora de riquezas que antes se le otorgó a la agricultura y al comercio; mientras que la naturaleza, que para los fisiócratas era la única generadora de riqueza, pasó a ser sólo un factor más en la producción, un factor que, mediante la ciencia y la técnica, se podría explotar eficientemente para satisfacer las necesidades humanas. De esa manera el antiguo binomio generador de riqueza: Cielo-Tierra (mediante el cual Dios dotaba a la naturaleza de los recursos necesarios para la vida, y el hombre sólo se ocupaba de transformarlos en función de sus necesidades), fue reemplazado por el de Capital-Trabajo.

Al mismo tiempo, por todo el continente europeo los ideales de la Ilustración lograban cada vez mayor aceptación, primero en las clases privilegiadas que tenían mayor acceso a la educación y luego en las capas más bajas de la población, hasta que consiguieron socavar en gran medida los valores remanentes de la sociedad medieval; tal proceso encontró su cúspide en el año de 1789 con la Revolución Francesa.

El avance de la Ilustración y el declive de antiguos regímenes autoritarios, estaban colocando al individuo en el lugar central de la sociedad, la iniciativa individual pasó a desempeñar el rol dinamizador del progreso socio-económico; mientras que en épocas anteriores los hijos heredaban su oficio directamente de sus padres y la propiedad estaba determinada

por el linaje, los nuevos avances técnicos y el acceso de cada vez más personas a la educación, le proporcionaban ahora a los individuos mayores posibilidades de movilidad social. ¿Pero que se planteaba desde la economía al respecto?

Para Adam Smith, la conducta humana estaba determinada por seis motivaciones principales: el egoísmo, la conmiseración, el deseo de ser libre, el sentido de la propiedad, el hábito del trabajo y la tendencia al intercambio (Roll, 1994:95); sostenía que existía un orden natural superior a cualquier orden artificial diseñado por el hombre, el cual guiaba a la sociedad hacia un incremento constante del bienestar; este orden se conocería más adelante como “la mano invisible”.

Fue él quien contribuyó a colocar al individuo en el lugar central de la disciplina económica. En efecto, Smith explicó los fenómenos económicos a través de dos leyes básicas del sistema de mercado: el egoísmo individual y la competencia; estas dos leyes conducirían (según su razonamiento) al bienestar social, ya que el afán de cada individuo por conseguir riquezas, lo llevaría al mejoramiento continuo del producto de su trabajo, lo que a fin de cuentas redundaría en un beneficio para la sociedad, gracias a una oferta más competitiva de bienes y servicios.

Afirmaba que, en un entorno de creciente competencia, si un productor se aprovechaba de una excesiva demanda por su producto para cobrar un precio por encima del precio natural; la libre entrada de nuevos productores al mercado haría que éstos, motivados por los elevados beneficios, dedicasen sus esfuerzos a la producción de dicho bien y este aumento de la oferta haría descender nuevamente los precios al nivel de equilibrio. La competencia y el egoísmo individual también derivarían en la división del trabajo y en una posterior especialización que, como lo demostró en su clásico ejemplo de la fábrica de alfileres, elevarían la productividad permitiendo que incluso el hombre más humilde, estuviera en capacidad de abastecerse de todos los bienes que necesitaba.

Adam Smith incorporó en su obra el concepto de proceso económico que ya los fisiócratas habían planteado dos décadas antes con el *Tableau économique* de Quesnay, esto contribuyó a poner orden al estado disperso y poco sistemático que caracterizaba a los escritos económicos hasta entonces. Pero a diferencia de los fisiócratas, quienes sostenían que la naturaleza era la única capaz de generar un producto neto, argumentaba que el trabajo era el verdadero generador de riqueza; prueba irrefutable de ello se encuentra en el primer párrafo de su citada obra, en donde afirmaba que: *El trabajo anual de cada nación es el fondo que la surte originalmente de todas aquellas cosas necesarias y útiles para la vida que se consumen anualmente en ella* (citado por Naredo, 1987, p.92).

Fue así como el trabajo pasó a ser la principal fuente de valor en la economía y el precio de un bien se empezó a medir en unidades de trabajo. Mientras que en la etapa pre-clásica se hablaba de una combinación de tierra y trabajo como generadora de valor y riqueza, con Smith el énfasis se trasladó hacia la interacción entre trabajo y capital.

No obstante, sólo aquel trabajo capaz de generar un excedente sobre el capital invertido (trabajo económico) era objeto de análisis, con lo que quedaban excluidas del estudio económico aquellas actividades que demandaban esfuerzo físico y consumo energético, pero que no producían un excedente en términos monetarios (las labores domésticas por ejemplo); de igual manera, al afirmar que el trabajo de la naturaleza se encontraba disponible para todas las actividades humanas, los economistas clásicos determinaron que sólo el trabajo humano podía influir en el valor de cambio, y que éste se determinaba en razón del rendimiento del trabajo sobre el capital invertido y su posterior intercambio en el mercado.

Aunque el trabajo *no económico* también implicaba un consumo energético y de recursos, no entraba dentro del análisis de los economistas clásicos. Este es un hecho que perdura al interior de la economía en la actualidad, donde sólo se consideran aquellas actividades que puedan medirse en términos monetarios, marginando así del análisis a diversas actividades que contribuyen al agotamiento de los recursos materiales y energéticos.

El trabajo se convirtió entonces en la unidad de medida mediante la cual podía asignársele un valor de cambio a las mercancías; a través de las innovaciones técnicas y científicas, éste podría hacerse más productivo, pero ya que dichas innovaciones dependían de la inversión en capital, a fin de cuentas era éste último el factor clave en la generación de riqueza. Esta nueva noción del trabajo estuvo acompañada de una nueva concepción de la riqueza, y fue con Adam Smith y Thomas Malthus (1766-1834), que ésta empezó a tomar forma y a circunscribirse únicamente a aquellos bienes que eran útiles; agradables; escasos; y tuvieran cierta cantidad de trabajo incorporado; fue en este momento cuando muchos de los bienes que resultaban agradables y necesarios para la vida como el aire, el agua, la luz solar y el paisaje, fueron marginados del campo de estudio de la Economía.

David Ricardo (1772-1823), contribuyó también a desvirtuar la idea de que a través de la combinación entre trabajo y naturaleza se generaba la renta, ya que argumentaba que la renta no provenía del producto en sí, sino del precio al cual éste era vendido en el mercado, y como dicho precio se obtenía del ajuste entre la oferta y la demanda; sería el proceso social de la producción (la relación entre los agentes económicos) y no el proceso físico (la interacción entre materiales, energía, trabajo y capital), el que de ahora en adelante concentraría el interés del estudio económico.

El análisis de Ricardo tenía muy presente el problema del aumento de la población y la fertilidad de la tierra, él afirmaba que la creciente demanda de alimentos obligaría a la utilización de las tierras menos fértiles, lo que haría subir el precio de éstos, a raíz de ello los salarios nominales también debían aumentar y por tanto las utilidades generadas por el capital disminuirían; esto en teoría significaba que la disponibilidad de tierras fértiles sería una limitante para el crecimiento económico.

En esta misma línea de razonamiento, Thomas Malthus argumentaba que este aumento en el salario, contribuiría a reducir los índices de mortalidad entre la población trabajadora y a incrementar la tasa de nacimientos; empero, esta presión demográfica a la larga llevaría

a descender nuevamente los salarios, debido al exceso de oferta laboral y los niveles de mortalidad volverían a ascender debido al menor ingreso de los hogares. Esto ayudaría a controlar el aumento de la población. Esta conclusión se derivaba del hecho de que para Malthus la población crecía en una secuencia geométrica, mientras que la producción material lo hacía en una secuencia aritmética (Wrigley, 2010, p. 12).

Se puede inferir que aunque para los autores clásicos el trabajo y el capital eran los dos factores generadores de riqueza, también tenían muy presente que la tierra representaba una talanquera para el crecimiento sostenido; es decir, que aunque entendían el proceso económico como un sistema cerrado en el que la producción y el consumo se retroalimentaban incesantemente, también eran conscientes de que existía un entorno físico que impedía que esta dinámica se perpetuara en el tiempo.

Más adelante, los economistas neoclásicos rebatieron esta tesis basados en los incrementos de la productividad de la tierra conseguidos gracias al avance de la técnica; más allá de la validez de este hecho, es un planteamiento que no debería soslayarse por completo, ya que aunque las mejoras técnicas puedan implementarse constantemente, los recursos a los cuales éstas se aplicarán son finitos, y si estos se agotan, cualquier técnica carecerá de utilidad.

Volviendo a Ricardo, otro de sus aportes importantes a la teoría económica, fue la introducción del concepto del *homo economicus*, esta separación de la faceta económica respecto a las otras que conforman al ser humano es una muestra más del aislamiento metodológico del sistema económico respecto a los demás subsistemas en que se desarrollan e interactúan los seres humanos.

De acuerdo a las ideas expuestas por los principales economistas clásicos, se puede concluir que, para estos, el valor de los bienes dependía cada vez más del trabajo y el capital y menos de los recursos naturales y energéticos contenidos en los mismos; no obstante el hecho de tener presente de que la fertilidad de la tierra podía ralentizar el ritmo de las actividades económicas, no realizaron esfuerzos sistemáticos por incorporarla en su análisis.

En síntesis, para que un bien pudiera ser objeto de análisis de la ciencia económica, era necesario que cumpliera con las siguientes condiciones: que fuera útil; escaso; que tuviera trabajo humano incorporado; y que fuese apropiable e industrialmente reproducible. Debido a que la gran mayoría de los recursos naturales y energéticos no cumplían con dichas condiciones, (por ejemplo el agua, el aire, la luz solar, entre otros), era muy difícil asignárseles un valor de cambio y por lo tanto no cabían dentro del análisis económico. Además la confianza en las posibilidades que el progreso científico y técnico brindaba al proceso productivo, llevó a los economistas a creer en la posible sustitución de los recursos naturales y energéticos por capital y tecnología.

De esta manera, bajo la nueva lógica imperante en la que la producción dependía principalmente de las cantidades de trabajo y capital empleadas; los crecientes satisfactores de

los individuos se suplirían a través de una aplicación más intensiva de estos factores a las reservas finitas de materiales y mediante el aprovechamiento de fuentes energéticas más eficientes, necesarias para poner en marcha a un trabajo más productivo y a un capital tecnológicamente más complejo. No obstante, en el análisis económico clásico, el estudio de las fuentes energéticas empleadas en la producción brilló por su ausencia.

Por otro lado, hay que considerar el creciente impacto sobre los ecosistemas de la mayor actividad económica, teniendo en cuenta el carácter limitado de los recursos naturales que sirven como insumo y el creciente volumen de residuos que ésta genera. Empero, al igual que en el caso de la energía, estos dos aspectos no se incluyeron dentro del campo de estudio de la economía bajo el enfoque clásico.

Cabe anotar como atenuante, que en la época en que los economistas clásicos construyeron su marco teórico, era posible ampliar los límites de la producción de bienes a través de la extracción de un volumen mayor de materias primas de los ecosistemas; resulta obvio que las reservas materiales y energéticas que existían ciento cincuenta años atrás eran mucho mayores a las que existen en la actualidad; no obstante, con el paso del tiempo, el enfoque económico al respecto no ha variado mucho.

II. El papel de la naturaleza y la energía en la visión económica neoclásica

La Revolución Industrial iniciada en el último cuarto del siglo XVIII, marcó el pasó de la economía orgánica (impulsada por la fuerza animal, de los hombres, el agua y el viento) a la economía inorgánica, sustentada en los combustibles fósiles (inicialmente el carbón). Había pasado ya casi un siglo y las principales economías de la época estaban experimentando un crecimiento vertiginoso comparado con épocas anteriores, en efecto antes de 1820 la tasa global de crecimiento era del 0.22% y después de ese año pasó al 2.21%, es decir que ésta se multiplicó por diez (Alam, 2005, p.13).

A partir de los datos anteriores, se observa una relación directa entre el cambio en las fuentes energéticas utilizadas y el crecimiento económico; aunque para 1870, la escuela neoclásica no consideró que dicho crecimiento se debiera a esta razón, en lugar de ello, reforzó aún más la tendencia iniciada con los clásicos de creer que éste dependía del capital y el trabajo. A estos dos factores le sumó el avance tecnológico (como materialización del conocimiento) que permitía producir más bienes con las mismas cantidades de factores y crear sustitutos para los recursos agotables que la naturaleza proporcionaba.

Así, la economía neoclásica se centró en el estudio del comportamiento del individuo, el cual era el agente dinamizador de la economía; sus principales autores se ocupaban de formalizar sus preferencias y su función de demanda, dejando de lado el carácter social, histórico y físico del proceso productivo.

Bajo esta manera de entender la economía, la producción satisfacía la demanda de los consumidores que a su vez sustentaban el nuevo ciclo de producción; era un proceso donde sólo se aplicaba la Primera Ley de la Termodinámica, la de la Conservación de la Energía,

era una *riqueza de papel*, que crecía de manera ilimitada de la misma manera en que podía crecer la emisión de dinero, sin considerar el carácter limitado del entorno físico que la sustentaba.

Mientras que en la escuela clásica se le otorgaba el lugar central a la producción, la oferta y el costo de producción de los bienes; bajo la doctrina neoclásica ese lugar lo ocupaban el consumo, la demanda y la utilidad (Roll, 1994, p.336). A partir de 1870 la economía asumió así un carácter más subjetivo, donde el consumo era el punto de partida, esta era una economía en donde el carácter social, histórico y ambiental de los procesos productivos carecía de importancia y los individuos eran ahora representados como agentes que sólo buscaban maximizar su utilidad a través del consumo de bienes materiales; en otras palabras eran *consumidores*, y estos constituían ahora el centro del análisis (Roll, 1994, p.337).

Siguiendo con Roll (1994, p.339), mientras que en los clásicos el trabajo era descrito como un esfuerzo físico mensurable, para los neoclásicos éste adquirió una connotación de *sacrificio subjetivo* que los individuos realizaban con el fin de maximizar su utilidad, que no era otra cosa que incrementar su consumo. La sociedad era ahora (bajo la perspectiva neoclásica) una simple suma de individuos con dotaciones y gustos diferentes que se sacrificaban trabajando para poder maximizar su utilidad a través del consumo. Esta ruptura con la teoría del valor-trabajo y la introducción de una nueva teoría subjetiva del valor basada en las motivaciones individuales, provocó que los economistas neoclásicos se olvidaran del contexto social y ambiental y se concentraran únicamente en estudiar estas demandas individuales (Roll, 1994, p.339).

El valor de un bien era determinado por el goce que proporcionaba a quien lo consumía, ahora dependía de la interacción entre el sujeto y el objeto. La utilidad se definió entonces como la capacidad que tenía un bien para producir placer y alejar el dolor en el individuo, y ya que Jevons afirmaba que *el valor depende por entero de la utilidad* (citado por Roll, 1994, p.345), entonces el valor de los bienes dependía ahora por completo de la percepción individual.

El trabajo no era ya el factor determinante del valor, para Jevons el trabajo empleado en la producción de un bien era una *cosa perdida para siempre* (citado por Roll, p.349) por lo que no podría influir en el valor de mercado de éste; aunque, debido a que la utilidad podría alterarse por cambios en la oferta y ésta estaba a su vez determinada en parte por el trabajo, se podía afirmar que el trabajo influía indirectamente en el valor (Roll, 1994, p.349). A pesar de que los autores neoclásicos no lo mencionaron, este mismo razonamiento puede aplicarse a la energía, ya que ésta también se pierde para siempre con la producción y afecta a la oferta; por lo que el hecho de que ésta no se mencionase es una muestra clara de su marginación por parte de la teoría neoclásica.

Con base en lo anterior, los bienes fueron ordenados en tres categorías: en la primera estaban aquellos que proporcionaban un goce inmediato (bienes de consumo); los de segunda clase eran los que se necesitaban conjuntamente para obtener utilidad (bienes complemen-

tarios); y en la tercera se encontraban aquellos que eran usados en la producción de otros bienes (Roll, 1994, pp.342-343).

Los recursos naturales y energéticos entrarían en esta última categoría, ya que en la función de producción neoclásica, participaban como insumos intermedios en la producción de otros bienes, por lo que jugaban un papel marginal, más aún cuando (como se verá más adelante) se les consideraba como factores sustituibles dentro de la función de producción.

Con los neoclásicos se consolidó la noción de riqueza planteada por los principales autores de la Escuela clásica, la cual puede resumirse en esta afirmación de Jean Baptiste Say (1767-1832):

Los hombres disfrutan de ciertos bienes que la naturaleza les concede gratuitamente, tales como el aire, el agua, la luz del sol; pero no es a estos bienes a los que por lo común se les da el nombre de riquezas. Este se reserva para aquellos que tienen un valor (de cambio) que les es propio y que deviene propiedad exclusiva de sus poseedores. La riqueza está en proporción a este valor: es grande si la suma de valores que la componen es considerable; es pequeño si los valores lo son (citado por Naredo, 1987: 248).

Jevons afirmó a su vez que los recursos naturales debían ser considerados como condiciones para la riqueza, más no como riqueza en sí (Naredo, 1987, p.249). Es claro que si bajo la doctrina clásica, la energía y los recursos naturales estaban por fuera del campo de estudio económico, en la escuela neoclásica, este hecho no hizo más que confirmarse. Léon Walras (1834-1910) clasificó a los recursos naturales como rentas, lo que resultaba contradictorio, ya que las rentas se asocian a flujos renovables y la mayoría de estos recursos son finitos (Naredo, 1987, p.252).

La doctrina neoclásica dio un paso adelante en el esfuerzo comenzado por algunos autores clásicos de suprimir la tierra e incluirla bajo la categoría de capital; así todos los recursos naturales y energéticos (renovables y no renovables) entraron a formar parte de esta categoría, con lo que en teoría quedó abierta la posibilidad de sustituirlos (Naredo, 1987, p.254).

Existe un artículo seminal que precedió, y en cierta manera inspiró, tal como lo reconoce Solow (1974, p.1), los estudios neoclásicos relacionados con el tema de los recursos agotables, se trata de *The Economics of Exhaustible Resources* de Harold Hotelling, publicada en 1931. En éste se planteaba que, bajo competencia perfecta, los precios de los recursos no renovables tenderían a crecer de manera monótona de acuerdo al tipo de interés del mercado, hasta que la demanda por dicho bien fuese igual a cero.

Dicho artículo partió de la idea de que el análisis estático convencional planteado desde el equilibrio Walrasiano, era insuficiente para estudiar una industria en la cual una tasa de producción constante resultaba ser físicamente imposible y, por lo tanto, resultaba necesario hallar una *Regla de asignación óptima intergeneracional* para los bienes agotables (Martínez y Roca, 2000, p.303). Hotelling enunció esta regla tanto desde el aspecto descriptivo (en

el sentido tradicional de la maximización del beneficio individual), como desde el normativo (la búsqueda del mayor beneficio social posible).

Partiendo de una situación de competencia perfecta, el propietario individual de un recurso agotable no podía influir en la determinación del precio de éste, por lo que lo consideraría como un activo financiero; enfrentándose a la disyuntiva de venderlo hoy al precio del mercado, o posponer su venta para un periodo futuro donde el precio fuese mayor; ya que: *lo racional desde el punto de vista financiero es descontar el futuro* (es decir): *no considerar equivalente un dólar de hoy a un dólar de mañana. Según dicha racionalidad, lo rentable será esperar a vender en el futuro sólo si el precio del recurso se revalora a un ritmo, como mínimo, igual al tipo de interés* (Martínez y Roca, 2000, p.304) que es la tasa a la cual los propietarios descuentan el futuro.

Así que la gestión de los recursos agotables bajo el esquema planteado por Hotelling se basaba en la valoración que los propietarios de los recursos hacían del futuro; por ejemplo: si la tasa de descuento del futuro fuera del 10% (interés efectivo anual) y el precio de una unidad del bien hoy (dígase un barril de petróleo) es de 100 dólares, el propietario de este barril sólo estaría dispuesto a conservarlo para el próximo año si pudiera venderlo por lo menos a 110 dólares, en caso contrario lo vendería ahora y colocaría este dinero a la tasa de interés del mercado.

Entonces:

$$P_p = P_f (1 + R)^T. (*)$$

Dónde: P_f = Precio futuro del bien.

P_p = Precio presente

R= Tipo de interés anual (o tasa de descuento)

T= Número de periodos de tiempo.

Y si se toma el interés continuo como

$$i = \ln(1 + R)$$

y se reemplaza en (*), resultaría:

$$P_f = P_p e^{it}.$$

Si la expectativa del precio futuro crecía a una tasa mayor a la de la tasa de interés, convendría aplazar las ventas para el futuro, pero si la tasa de interés del mercado era mayor a la proyección de los precios, resultaba más conveniente vender de inmediato e invertir el producto de dicha venta a la tasa de interés del mercado.

Si se toma como ejemplo la misma función de demanda planteada por Hotelling:

$$Q(P) = 5 - P, \text{ con } P \leq 5.$$

Dónde: P: precio del bien

Q: cantidad demandada

Y si se establece como base un stock de 100 unidades y una tasa de interés continuo de 10%; la trayectoria de precios del recurso seguiría la siguiente trayectoria: 0.26, 0.29, 0.32, 0.35... hasta alcanzar un precio igual a 5 en aproximadamente 29 años (Martínez y Roca, 2000, p.306).

Según el razonamiento de Solow (que se describirá más adelante) para este nivel de precio se suponía una demanda y unas reservas nulas, es decir, la última tonelada demandada sería también la última tonelada en el suelo (1974, p, 3) y de acuerdo a *La falacia de la sustitución* de Georgescu-Roegen, que consiste en afirmar que ningún material es tan específico como para que no sea susceptible de sustitución económica (Georgescu-Roegen, 1975, p.104) y a Dasgupta y Heal (1974, p.18) quienes planteaban que este momento coincidiría con el desarrollo de un sustituto sintético para dicho recurso. Para ese momento la humanidad ya habría encontrado un sustituto para el bien agotado. Por tanto, cuando el bien en cuestión alcanzara un precio igual a 5 (al cabo de 29 años), la demanda se desplazaría hacia el bien sustituto.

Pero se debe tener muy claro que este ejemplo sólo consideraba la conducta de un agente individual que, dado el supuesto de competencia perfecta, no tenía el suficiente poder de influencia en el mercado; para que este comportamiento optimizador se extrapolara al conjunto de la economía, era necesario recurrir al concepto de demanda especulativa.

Si las expectativas de todos los oferentes y demandantes de un bien agotable coincidían en que la senda de precios de éste estaría definida por $w e^{it}$, donde w representaba el precio del bien en el periodo actual, y además existía la posibilidad de que los agentes pudieran acudir en busca de liquidez a una tasa de interés continuo definida por i . Se podía afirmar entonces que para un precio menor a w , la demanda total (que estaba compuesta por la demanda final que es aquella destinada al consumo y por la demanda especulativa) equivaldría al stock total del recurso y para un precio mayor a w , ésta tendería a cero (dependiendo de la elasticidad de la demanda final), el mismo razonamiento se podía aplicar por el lado de la oferta.

Es decir, para precios diferentes a w , la oferta y la demanda no se podrían intersectar, por lo tanto, el único punto de equilibrio se hallaría cuando el precio fuese igual a w , en el cual se consumiría una cantidad Q que determinaría el ritmo de agotamiento del recurso; este ritmo de agotamiento no tendría en cuenta consideraciones de tipo ambiental, ético o político; sólo estaría determinado por razones económicas.

De lo anterior se infiere que la demanda especulativa (al ser completamente elástica), mantendrá el precio oscilando alrededor de w , garantizando así la trayectoria óptima de asignación de recursos planteada por Hotelling; pero este precio w no guarda relación alguna con el stock inicial del recurso, ni considera la posibilidad de una demanda final variable, sólo representa el valor en el que la demanda especulativa se hace completamente elástica.

A la conclusión que llegó Hotelling es que, bajo competencia perfecta, para determinada función de demanda constante y para cierto stock de un bien agotable, era posible determinar una trayectoria creciente de precios que guiaría el proceso de agotamiento de este bien hasta hacerlo coincidir con el nivel de precios para el cual la demanda era nula y con el desarrollo de un sustituto sintético para dicho recurso.

Pero el modelo planteado por Hotelling adolece de ciertas limitaciones que generan muchas dudas sobre su viabilidad a la hora de proponer estrategias de gestión para los bienes agotables: es imposible asegurar que la función de demanda de un bien se mantendrá inalterada por determinado periodo de tiempo, ya que resulta imposible conocer las preferencias y el nivel de renta de las personas no nacidas; así como tampoco se puede saber si los costos de producción y extracción del bien se mantendrán constantes a través del tiempo.

También resulta extremadamente complicado que bajo competencia perfecta, los agentes productores logren llegar simultáneamente al precio de equilibrio del bien (el que antes se definió como w), ante la eventualidad de, por ejemplo, un aumento súbito y significativo del stock del recurso, o ante las muchas circunstancias exógenas a los mercados que rodean el tema de los recursos energéticos (geopolíticas, ambientales, militares, ideológicas, etcétera.)

Bajo la lógica individualista de la maximización del beneficio es imposible que los agentes económicos involucrados en los mercados de este tipo de bienes, se preocupen por dedicar los suficientes recursos para conocer los costos de obtención de estos en el futuro; así como por determinar con la suficiente precisión cuál será la verdadera función de demanda y los efectos sobre el medio ambiente que enfrentarán las generaciones aún por nacer y mucho menos las tecnologías y posibles fuentes de energías alternativas de que dispondrán.

El hecho de que la energía y los recursos naturales recibieran el mismo tratamiento metodológico que el capital, les permitió a los economistas neoclásicos incorporar algunos supuestos en sus modelos que en teoría permitían superar la restricción que el carácter limitado de aquellos implicaba para el crecimiento económico sostenido. En este trabajo se analizarán dos de ellos: el cambio tecnológico y la sustituibilidad entre factores.

El cambio tecnológico se refiere al avance del conjunto de tecnologías que permiten aprovechar de mejor manera las combinaciones de trabajo y capital, este cambio implica un incremento desproporcionado en el producto en comparación con el gasto efectuado en los factores productivos (Granda, 2007, p.108). Es decir, que debido al cambio tecnológico un incremento del $x\%$ en las cantidades de trabajo y/o capital provocará un incremento mayor

al $x\%$ en el producto final, o visto de otra manera, se puede mantener el mismo nivel de producción con una menor cantidad de factores.

Ya que el avance tecnológico es producto del conocimiento humano, y éste es en principio ilimitado, entonces se podía afirmar, según la lógica neoclásica, que el creciente acervo de conocimientos aplicado a los procesos productivos podría apuntalar un crecimiento económico sostenido; sin importar el carácter limitado de las fuentes materiales y energéticas que constituyen la base de la producción material.

En Dasgupta y Heal (1974) se representaba el progreso tecnológico como la condición necesaria para el desarrollo de un sustituto sintético que permitiría que un recurso agotable que antes era esencial para la producción, dejara de serlo (Dasgupta y Heal, 1974, p.18); además se suponía que, indefectiblemente, el descubrimiento de este sustituto *perfecto* se haría en algún momento en el futuro, y se planteaba también que ninguno de los recursos se agotaría antes de que su sustituto fuera descubierto (Dasgupta y Heal, 1974, p.20).

Robert Solow (1974) tomó la definición de William Nordhaus de la "*Tecnología de contención*" para describir el fenómeno anterior; ésta definición se basaba en el argumento de que en primera instancia el precio del sustituto sintético sería más elevado que el del recurso en sí; pero a medida que éste último comenzara a escasear y su demanda no disminuyera, su precio se elevaría hasta ser mayor que el del bien sustituto y éste lo reemplazaría en el mercado. De esta manera el precio del bien sustituto representaba también un techo para el precio de mercado de los recursos agotables (Solow, 1974, p.4).

Se puede observar cierta confusión entre lo que es un cambio tecnológico y la sustitución entre factores; porque si se considera la descripción de cambio tecnológico descrita en los dos últimos párrafos, se encuentra que perfectamente podría definir también la sustitución de un factor (en este caso un recurso agotable) por otro de carácter reproducible.

Estos razonamientos derivan en lo que Georgescu-Roegen llamó la *falacia de la sustitución interminable*; incluso en el caso de que esta posibilidad sea real, la sustitución dentro de unas reservas materiales finitas no puede extenderse al infinito (Georgescu-Roegen, 1975, p.104); este es un asunto que no es considerado de manera rigurosa en los estudios neoclásicos analizados.

III. El crecimiento exógeno

Al interior de la teoría neoclásica del crecimiento, se pueden identificar dos corrientes teóricas básicas: la del crecimiento exógeno, que asume el avance tecnológico como un fenómeno ajeno al modelo y constante a lo largo del tiempo; y la del crecimiento endógeno, que supone que el cambio tecnológico es un factor endógeno al modelo.

En este artículo se analizarán los planteamientos del primer grupo, en donde el modelo de crecimiento de Solow y Swan (1956) puede arrojar luces sobre el asunto que se está

estudiando, que es el papel marginal asignado a la energía en los modelos de crecimiento neoclásicos.

El modelo de crecimiento de Solow y Swan (1956)... se basa en una función de producción. En esta función el producto (por ejemplo el producto total de una nación o producto interno bruto) es creado por los insumos capital, trabajo e incrementos en la eficiencia laboral (pues cualquier mejora tecnológica a través del tiempo se puede expresar como un incremento en la eficiencia del trabajo -mayor producción por hora trabajada-). Una combinación de estos tres elementos genera la producción agregada, y dada la cantidad de esos insumos se puede estimar a través del tiempo la producción y el crecimiento esperado de un país

El modelo utiliza cuatro variables fundamentales: Producto (Y), Capital (K), Trabajo (L) y Tecnología (A) y tiene la siguiente forma:

$$Y_t = F(K_t, A_t L_t) \quad (1)$$

Donde $A_t L_t$ se puede interpretar como las unidades de trabajo efectivas, es decir A_t es la productividad del trabajo, de la ecuación (1) se colige que la producción no está directamente relacionada con la energía ni con los recursos naturales que suministran la materia prima, en otras palabras, se produce sólo a partir de una combinación de capital, trabajo y tecnología.

El modelo supone además rendimientos constantes a escala, esto significa que un aumento del x% en la utilización de todos los factores, repercutirá en un aumento del x% de la producción.

Este supuesto le permite expresar la función en unidades de trabajo efectivas:

$$\begin{aligned} K_t &= K_t / (A_t L_t) \\ Y_t &= f(K_t, 1) \end{aligned} \quad (2)$$

$$Y_t = f(K_t) \quad (3)$$

Y concluir que el aumento del producto está directamente relacionado con la acumulación de capital.

El stock de capital se acumula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$DK_t/dt = sY_t - \delta K_t \quad (4)$$

Donde δ representa la tasa de depreciación del capital y s representa la tasa de inversión en capital.

El modelo supone también que el trabajo (L) y la productividad de éste (A) crecen a tasas constantes y exógenas:

$$L_t = L_0 (ent) \quad (5)$$

$$A_t = A_0 (egt) \quad (6)$$

Donde L_0 y A_0 son las dotaciones de trabajo y el estado de la productividad en el primer periodo, n es la tasa de crecimiento de la población y g la tasa de incremento de la productividad o del factor tecnológico. La ecuación (6) es la que permite identificar a éste como un modelo de crecimiento exógeno, ya que permite afirmar que el progreso tecnológico está de cierta manera garantizado. Es acá donde cabe preguntarse qué proporción de este progreso se debe al incremento en la disponibilidad y calidad de la energía utilizada en el proceso económico, obviamente en el modelo que se analizó, esta proporción es insignificante.

Para saber cómo el stock de capital varía a lo largo del tiempo, se usan las ecuaciones (3), (5) y (6), para reescribir la ecuación (4) de la siguiente forma:

$$dk/dt = sf(kt) - (n + g + \delta)kt \quad (7)$$

Donde $sf(kt)$ es la inversión bruta en el periodo t , y la expresión $(n + g + \delta)kt$ representa la inversión requerida para mantener el stock de capital en el periodo actual.

El modelo plantea que la economía alcanza un estado estacionario K^* , en donde la inversión bruta se iguala a la inversión requerida para mantener el capital, es decir cuando $dk/dt = 0$, si en algún momento el stock de capital se encuentra por encima del stock de equilibrio (K^*), la inversión de reposición del capital crecerá hasta hacerse mayor que la inversión bruta en nuevo capital y por lo tanto la tasa de acumulación decrecerá hasta alcanzar K^* . Lo opuesto ocurrirá si el stock se encuentra por debajo del nivel de equilibrio. Por tanto la economía siempre tenderá al nivel de stock de capital de equilibrio (por lo menos en el análisis neoclásico).

A continuación los autores replantean la ecuación (7) de la siguiente forma:

$$k/k = s(Y/K) - (\delta + g + n) \quad (8)$$

En el estado estacionario, $k/k = 0$ y como δ, g, n se asumen constantes, entonces $s(Y/K)$ también es constante. Por lo que el modelo concluye que en el estado estacionario, el producto y el capital crecen a la misma tasa.

Tomando una función de la forma Cobb-Douglas y reordenando las ecuaciones anteriores, se llega a la siguiente ecuación que representa el volumen de capital en el estado estacionario:

$$K^* = [s/(n + g + \delta)]^{1/(1-\alpha)} \quad (9)$$

Y como el producto crece a la misma tasa que el capital, entonces:

$$Y_t^* = [s/(n + g + \delta)]^{\alpha/(1-\alpha)} \quad (10)$$

Se concluye que en el estado estacionario, el producto depende directamente de la tasa de inversión e inversamente de la tasa de crecimiento de la población, de la tasa de crecimiento del factor tecnológico y de la tasa de depreciación. La ecuación (10) permite apreciar que el crecimiento del producto no guarda una relación directa con el consumo de energía ni con la utilización de recursos, el modelo asume que las inversiones en capital son el factor determinante, ya que δ, g, n se asumen constantes y exógenas.

El enfoque neoclásico plantea como único prerrequisito para el crecimiento de los niveles de producción que la inversión bruta en nuevo capital supere a la inversión de reposición del capital existente, pero este razonamiento no considera la depreciación de recursos naturales no renovables ni tampoco el proceso de degradación entrópica que se originan en el proceso productivo.

Estos últimos se consideran como *fijos*, es decir, mientras haya fondos disponibles para que la inversión neta en capital ($sf(kt) - (n + g + \delta)kt$) sea mayor que cero, el producto podrá seguir creciendo incesantemente.

Las teorías neoclásicas del crecimiento económico se fundamentan en los argumentos arriba descritos; consideran que éste proviene del trabajo, el capital y la tecnología; mientras que la energía y los recursos naturales solamente son medios (perfectamente sustituibles) para conseguir dicho fin, el ingenio humano y la acumulación de capital permiten prescindir de ellos y alcanzar el crecimiento sostenido. La economía ha logrado así su cometido, consiguió aislarse del entorno físico y crear su propia *máquina de movimiento perpetuo* impulsada por la retroalimentación entre producción y consumo.

Conclusiones

En síntesis, para los autores preclásicos y fisiócratas, la naturaleza era el único factor capaz de crear riqueza, ya que sólo a través de ella era posible crear nuevos materiales; mientras que las demás actividades económicas simplemente se encargaban de modificar dichos materiales.

Si bien los clásicos continuaron asignándole un papel a la tierra dentro del sistema económico, el carácter generador de riqueza estaba desplazándose gradualmente de ésta hacia el trabajo y el capital; la naturaleza pasó de ser la principal proveedora de los bienes necesarios para la vida, a ser simplemente un conjunto de recursos *libres* que el hombre podía apropiarse a través del trabajo y la técnica.

Luego, con los primeros trabajos de la escuela neoclásica, la tierra dejó de ser un factor diferenciado en la función de producción y metodológicamente fue incluida en el rubro de capital; esta modificación permitió que, en teoría, se eliminara cualquier restricción que los recursos naturales pudiesen imponer al crecimiento económico.

La posterior función de producción neoclásica, fue construida con base en tres factores: trabajo, capital y tecnología, a través de una combinación de estos factores era posible producir bienes materiales; la forma continua y doblemente diferenciable de dicha función permitía que se pudiese producir a través de cualquier combinación de dichos factores, por lo que todos ellos (incluyendo los recursos naturales no renovables) fueran considerados como sustituibles, sin considerar el carácter limitado de los mismos y los impactos negativos que su explotación conlleva para el medio ambiente.

Referencias bibliográficas

- Alam, S. (2005). *The Economy As An Energy System*. Boston: Northeastern University.
- Cleveland, C. (1987). Biophysical economics: historical perspective and current research trends. *Ecological Modelling*, (38), 47-73.
- Dasgupta, P. & Heal, G. (1974). The optimal depletion of exhaustible resources. *The Review of Economic Studies*, (41), 3-28.
- Georgescu, N. (1975). Energía y mitos económicos. *Southern Journal*, 94-121.
- Granda, C. (2007). Condiciones técnicas para el crecimiento sostenible en la teoría económica. *Un análisis*, (10), 105-114.
- Heilbroner, R. (1968). *Vida y doctrina de los grandes economistas (2ª Ed)*. Barcelona: Ediciones Orbis.
- Hotelling, H. (1939). The economics of exhaustible Resources, *The Journal of Political Economy*, (39), 137-175.
- Martínez- Alier, J. & Roca, J. (2000). *Economía política y economía ambiental*. México D.F: Fondo de cultura económica.
- Naredo, J. M. (1987). *Economía en evolución*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Roll, E. (1994). *Historia de las doctrinas económicas (3ª Ed.)*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Solow, R. (1974). The economics of resources or the resources of Economics. *The American Economic Review*, (64), 1-14.
- Wrigley, E. A. (2010). *Energy and the English Industrial Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press.

