

## *Bioeconomía: nuevo paradigma para la problemática ambiental*

Mansour MOHAMMADIAN, Ph. D.

### RESUMEN

Existen problemas como los del calentamiento global, disminución de la capa de ozono o la lluvia ácida que son debidos a las interacciones no-lineales que surgen del impacto del sistema de actividad socioeconómica humana sobre el sistema biológico de la naturaleza. Estos problemas de interface son interactivos, complejos y acumulativos pero lo que es aún más importante es que llevan el elemento de incertidumbre.

Se han hecho intentos de resolución de estos problemas a través de varias disciplinas de economía-medio ambiente que empezando con la Economía de Recursos Naturales ha evolucionado hacia la Economía Ambiental y la Economía Ecológica. Aunque cada una de estas disciplinas ha contribuido en parte, no obstante ellas no han sido suficientemente comprensivas para aportar soluciones satisfactorias para la multitud de las requerimientos socioeconómicos, ambientales o éticas.

La Bioeconomía, la Economía Biológica (MOHAMMADIAN, 1980) esta así propuesta como paradigma innovador que surge de la síntesis de la Biología con la Economía. La Bioeconomía se nutre de la racionalidad científica superior de la Biología para aportar a la Economía un fundamento científico en la resolución de estos problemas interactivos. Esta síntesis es vital porque, mientras el sistema socio-económico esta dominado por la competitividad, desperdicio y mala gestión el ámbito de la Biología esta regido por la sinergia, conservación, regeneración y reciclaje.

La Bioeconomía, más aún, es interdisciplinaria y biocéntrica y así podría actuar como una *ciencia postmoderna* orientando la promoción de la *'cultura*

de síntesis'. También, debido a su diversidad y a su fundamento poderosamente científico podrá actuar como cimiento para un modelo teórico y operativo para el concepto de la sustentabilidad.

**PALABRAS CLAVES:** Bioeconomía, Problemas interactivos, Interacciones no-lineales, Biocéntrica, Interdisciplinariedad, Cultura de síntesis, Ciencia post-moderna, Sustentabilidad.

## ABSTRACT

There are problems such as global warming, diminution of the ozone layer or the acid rain that are due to non-linear interactions arising from the negative impact of the human socioeconomic system upon nature's biological system. These interface problems are interactive, complex and accumulative but what is more disturbing they suffer from the element of uncertainty.

Attempts have been made to resolve these interface problems through several economy-environment disciplines starting with Natural Resource Economics and evolving to Environmental Economics and Ecological Economics. Although each has contributed some nevertheless they have not been able to provide satisfactory solutions for the multitude of economic, environmental and ethical requirements.

Bioeconomics, Biological Economics (MOHAMMADIAN, 1980) is thus proposed which is an innovative paradigm arising from the synthesis of Biology with Economics. Bioeconomics draws on the superior scientific rationality of Biology to provide Economics with a scientific foundation to resolve these interactive problems. This synthesis is vital because while the socioeconomic system is dominated by competition, waste and mismanagement the domain of biology is ruled by synergism, conservation, regeneration and recycling.

Bioeconomics is moreover, an interdisciplinary and biocentric discipline and as such could act as a *post-modern science* bellwethering the promotion of the *culture of synthesis*. Also, due to its diverse and powerful scientific foundation it could act as a template for a theoretical and operational model for sustainability.

**KEY WORDS:** Bioeconomics, Interactive Problems, Non-linear interactions, Biocentric, Interdisciplinarity, Culture of Synthesis, Post-modern science, Sustainability.

## RÉSUMÉ

Certain problèmes, tels que le réchauffement climatique, la diminution de la couche ozone et la pluie acide, proviennent d'interactions non-linéaires due à l'impact négatif du système d'activités socioéconomique sur le système biologique de la nature. Ces problèmes d'interface son complexes, interactifs et cumulables mais le plus important est le fait qu'ils souffrent de l'élément d'incertitude.

Plusieurs disciplines scientifiques qui traitent de la relation entre économie et environnement, tels que l'Economie de Ressources Naturelles et évoluant à l'Economie Environnementale et l'Economie Ecologique, ont essayer de résoudre ces problèmes d'interface. Tandis que chaque discipline a apporté sa contribution, certains n'ont toutefois pas offert de solutions assez compréhensives pour répondre aux exigences économiques, environnementales et éthiques de la science.

La Bioéconomie, c'est-à-dire l'Economie Biologique (MOHAMMADIAN, 1980), est d'abord proposée. Cette discipline provenant de la synthèse de la Biologie et de l'Economie est un paradigme innovateur. La Bioéconomie tire du rationalisme scientifique et supérieur de la Biologie pour donner ses bases à l'Economie au but de résoudre Ces problèmes interactifs. Cette synthèse est considérée vitale car alors que les éléments clés du système socioéconomique comprennent la compétition, le gaspillage, et la mauvaise gestion de ressources, le domaine de la Biologie est géré par la synergie, la conservation, la régénération et le recyclage.

De plus, la Bioéconomie, science interdisciplinaire et biocentrique, pourrait agir comme une science post-moderne orientrice à la promotion de la 'culture de synthèse'. Outre cela, du à ses bases diverses et fortes en science, la Bioéconomie pourrait servir de modèle théorique et opérationnelle pour la stabilité.

**MOTS CLÉS:** Bioéconomie, Problèmes interactif, Interactions non-linéaires, Biocentrique, Interdisciplinaire, Culture de synthèse, Science post-moderne, Stabilité.

## INTRODUCCIÓN

La humanidad se encuentra con acontecimientos discutibles que requieren urgentes soluciones para prevenir el riesgo que amenaza su existencia en el planeta Tierra. La crisis global de la civilización industrial se manifiesta por el «consumo conspicuo» de una minoría y absoluta miseria de una mayoría.

Tenemos que descartar soluciones parciales y adoptar otras más amplias e interdisciplinarias encaminadas a respuestas que garanticen la sustentabilidad de una cada vez creciente población humana.

Estos acontecimientos problemáticos no son realmente ni estrictamente biológicos ni económicos pero están presentes en la interface de ambas actividades: es decir son Bioeconómicos. Como tales comparten características comunes; son complejos, implican grandes números, son interactivos y lo más preocupante de todo padecen de incertidumbre. Entonces, para encontrar soluciones, estos problemas multi-dimensionales obviamente necesitan un cambio paradigmático que podría transformar la investigación disciplinaria hacia la interdisciplinarietà para favorecer la identificación de las múltiples *interacciones no-lineales* entre causalidades biológicas y económicas y además esclarecer su fiabilidad.

La Bioeconomía, la Economía Biológica (MOHAMMADIAN, 1980) es un paso lógico en la evolución de las disciplinas de la Economía de Recursos Naturales, la Economía Ambiental y la Economía Ecológica. Cada una de estas disciplinas ha superado un aspecto particular de fallos de la teoría económica ortodoxa, pero la Bioeconomía se pretende hacer más comprensiva por ser más 'real', por tener sus pilares científicos basadas en la 'madre de las ciencias' —la Biología— y al mismo tiempo disfrutar de 'eficiencia' de la Economía para la gestión de los recursos biológicos escasos. En este proceso evolutivo la lógica de lo vivo y de lo económico se entrelazan para hacer compatible las racionalidades, tradicionalmente antagonistas, para poder llegar a una simbiosis coevolucionaria.

No hay duda que la teoría de la evolución basada en la selección natural a través de la competición y la supervivencia del mas fuerte se enfrenta a la idea de la cooperación y la noción de una simbiosis coevolucionaria. No obstante las características de la cooperación y la benevolencia son muy importantes para la evolución humana; «la evolución de la cooperación y altruismo son fundamental para la totalidad de la estructura de la vida» (MAYNARD SMITH y SZATHMÁRY, 1995).

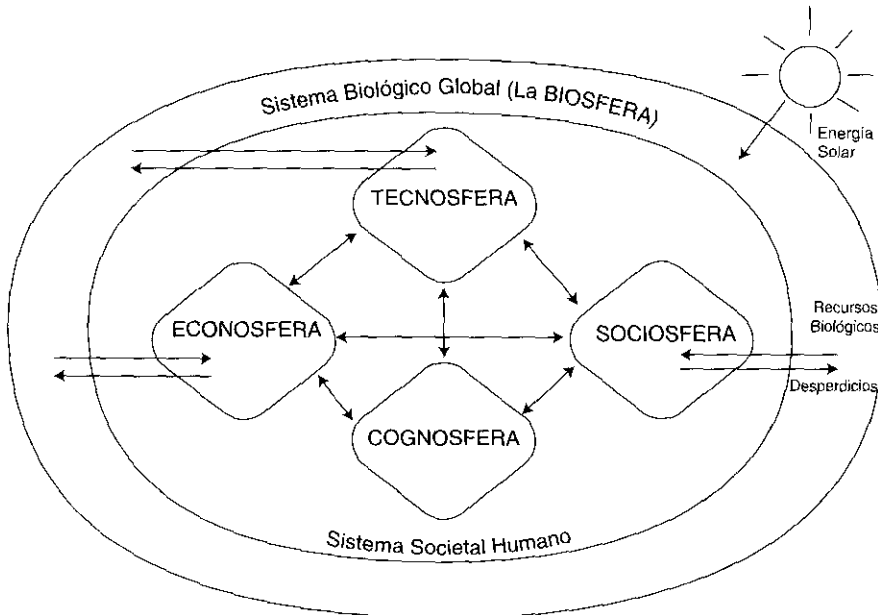
Es bastante desafortunada que nuestra visión de la vida ha sido ofuscada por la noción darwiniana de la competición como un elemento indispensable del proceso de la selección natural y el amor propio ha sido un ingrediente esencial para la existencia humana en este super-poblado y contaminado mundo de escasos recursos biológicos. Sin embargo, todo esto no debe impedirnos en nuestro esfuerzo de impulsar la cooperación, de un lado entre los seres humanos y de otro lado entre las entidades comerciales.

En el umbral de tercer milenio la humanidad requiere nuevas visiones para proporcionar un desarrollo integral del sistema socioeconómico humano con el sistema biológico de la naturaleza. Este desarrollo necesita una integración

globalizadora (holism) para disuadir la tendencia reduccionista-disciplinaria en la docencia y en la investigación que podría renovar nuestra creencia en los principios éticos, no solamente por nosotros mismos, sino para nuestro hogar común, el planeta, Tierra y sus recursos.

Deberíamos lograr esto a través de una profunda reinterpretación de las relaciones dialécticas entre las esferas de la sociedad (sociosfera), la tecnología (tecnosfera) y la educación (cognosfera) para determinar el lugar adecuado de la humanidad en el sistema biosférico. Además, tenemos que hacer una completa reevaluación de las relaciones estructurales entre las esferas de la vida (biosfera) y la de la economía (econosfera) para precisar específicamente el lugar de la actividad socioeconómica humana en el sistema biológico de la naturaleza.

A continuación se refleja las relaciones entre las varias esferas en la siguiente figura:



**La relación entre el sistema biológico global (La Biosfera) y el sistema societal humano**  
Las flechas indican las interrelaciones/interacciones entre varias esferas de la actividad humana

## EL PROCESO DE CAMBIO PARADIGMÁTICO

Los cambios paradigmáticos son normalmente tareas difíciles y son conseguidos por la aparición de las ideas innovadoras que permiten la modificación de los conceptos prevalentes para acceder a nuevos paradigmas (KUHN, 1962). El cambio paradigmático percibido por la Bioeconomía, requiere un avance profundo en la investigación de los problemas, y especialmente sus *interacciones*, en la interface de Biología-Economía. Se puede lograr el nuevo paradigma a través de una metodología interdisciplinaria propiciadora de un modelo científico nuevo para desafiar la problemática ambiental con sus acciones, reacciones e interacciones.

La Bioeconomía nos podría ayudar a percibir que el actual sistema económico humano está basado sobre un cimiento 'artificial' donde el proceso de la utilización y gestión de los recursos biológicos depende de un modelo de producción expoliadora formulado por *H. economicus escasamente sapiens*. Este modelo carece de racionalidad biológica y de consideración por las propias pautas necesarias para el funcionamiento eficiente del sistema socioeconómico humano.

El paradigma económico dominante de estas últimas décadas ha sido una mezcla de las teorías Neoclásica-Keynesiana, basada sobre los mecanismos de mercado y la competitividad entre sus agentes por la utilización de los recursos biológicos escasos. A pesar de esto, no es posible, a través de la teoría clásica de la economía de mercado anticipar la magnitud del agotamiento de un recurso biológico, sino solamente examinar la dirección (PEARCE y TURNER, 1990). Esto es un fallo grave de la disciplina de Recursos Económicos que, por no tener en cuenta esta variable, ha conducido en nuestra ignorancia al agotamiento lento pero progresivo de los recursos biológicos.

La teoría económica moderna relacionada con la utilización y la gestión competitiva de los biorecursos, la contaminación ambiental de muchos y variados tipos ha tenido que expandirse para tomar en cuenta estos problema que los economistas, por carencia de una adecuada terminología, han llamado «externalidades» y que por tanto tiempo los han ignorado y han barrido debajo de la ancha y seductora alfombra del modelo capitalista de mercado. Ha sido con este propósito con el que los economistas han intentado complementar las factores económicos con los de medio ambiente en la disciplina de Economía Ambiental (PILLET y MUROTA, 1987), aunque los recursos biológicos han sido todavía evaluados como cualquier otro género económico. A pesar de ello lentamente los procesos comunes a la economía y medio ambiente han sido enfatizados en consideración de las limitaciones físicas y biológicas que el medio impone sobre el sistema económico y de los recursos energéticos de los cuales el sistema económico humano y la sociedad industrial-tecnológica tanto dependen.

El proceso de cambio paradigmático ha evolucionado aún más durante la pasada década hasta llegar a la comprensión de otras deficiencias como los flujos de la energía y los ciclos de los recursos biológicos y en general todas las interrelaciones entre la actividad humana y la biosfera. También el concepto de Capital ha sido delineado para tomar conciencia del Capital Natural, el Capital Monetario y el Capital Humano. De esta manera la disciplina de Economía Ecológica (CONSTANZA, 1989) ha sido formulado. Por lo tanto, podría ser reconocido que mientras que la disciplina de Economía de Recursos Naturales trata de la utilización y gestión de recursos biológicos escasos y la Economía Ambiental aplica la teoría neoclásica a los problemas ambientales y asume las «externalidades», la Economía Ecológica intenta la integración de los procesos económicos de la gestión de recursos con los problemas ambientales en un estudio multidisciplinario.

A pesar de que cada una de estas disciplinas ha aportado unas ideas innovadoras al complejo problema del significado del ambiente natural y los recursos biológicos por la actividad económica en sus dimensiones sistémicas, ninguna ha podido aportar ni el fundamento teórico ni el operativo para una disciplina que pudiera afrontar este problema directamente. Por lo tanto parece que el tiempo es propicio ahora para un avance paradigmático en la disciplina de Bioeconomía, Economía Biológica (MOHAMMADIAN, 1980). La Bioeconomía persigue la gran síntesis de la Biología con la Economía en una asociación coevolutiva para promover una investigación *interdisciplinaria* de las *interacciones no-lineales* surgiendo en la interface del sistema económico humano y el sistema biológico.

Si se acepta que la Economía es el estudio de los recursos biológicos escasos y la Biología se ocupa de los recursos amplios y comunes, entonces la Bioeconomía concierne al estudio de recursos que son falsamente considerados como abundantes pero que en realidad no lo son o que estarían rápidamente agotados debido a las presiones demográficas o socioeconómicas

La especie humana, distinta a otras especies, no es autosuficiente y nunca lo ha sido. Desde su origen, el ser humano ha tenido que aprender a comerciar e intercambiar mercancías esenciales para su supervivencia. Esto lo ha conseguido principalmente a través de cooperación pero de vez en cuando su instinto animal se ha apoderado de él y ha tenido que recurrir a la competición y el uso de fuerza.

La competición, mas que la cooperación, ha sido la norma desde la revolución industrial y el ser humano se ha alejado cada vez mas de su base biológica. Es decir, se ha estado perdiendo el realismo biológico y incluso el realismo socioeconómico. La carencia del realismo ha sido originado en la misma vida moderna por el perpetuo sistema de producción y consumo y con la influencia de la tecnología. La ausencia del realismo ha causado que la vida

conceptual ha sido transpuesta sobre la vida verdadera y real alejando aún mas la humanidad de su ambiente biofísico.

¿Será posible que la humanidad, después de tres siglos de despilfarro de recursos biológicos y la degradación del medio ambiente, pueda lograr el verdadero realismo que es *el realismo de la coexistencia*? La Bioeconomía tiene el propósito de demostrar que el modelo neoclásico de la economía con su visión subjetiva ha obscurecido y estorbado la manifestación del realismo de la coexistencia.

La Bioeconomía como disciplina científica se preocupa del estudio de las *interacciones entre el sistema socioeconómico y el sistema biológico para encontrar soluciones al agobiante problema de la utilización racional de los recursos biológicos y los complejos problemas que se presentan en la interface del sistema biológico-económico. La Bioeconomía es un paradigma innovador y proactivo y como tal podría guiarnos hacia la utilización y gestión equitativa y duradera de los biorecursos; es decir la gestión sustentable de la biosfera. Se podrá lograr esto de una manera eficiente y preventiva para poder conseguir un planeta saludable e incontaminado conforme a un desarrollo co-evolutivo de la especie humana con el medio físico y con otras formas de vida.*

## BIOECONOMÍA: NUEVO PARADIGMA

Por las mencionadas razones, parece lógico que la evolución de los paradigmas que traten los problemas de la economía-medioambiente puedan iniciar otro salto y, aprovechando las teorías y modelos de la Biología integrar la Economía con la Biología en la disciplina de la Economía Biológica, la Bioeconomía. Sin embargo, existen precedentes de la idea de integración como el de Marshall quien pensó que la Meca de los economistas es el encuentro con la Biología y no con la mecánica (MARSHALL, 1920).

Desafortunadamente, esta idea no llega a establecerse en la teoría económica y la Economía queda como una ciencia vacía de la esencia biológica y aislada del mundo de la realidad biosférica. Esta idea resulta más enfatizada por Passet quien ha dicho que la Economía debería quedar unida a la Biología porque «si todas las actividades biosféricas no pueden ser reducidas al mercado, no obstante todas las propiedades del mercado pertenecen a la biosfera y deberían ser sujetos a sus leyes» (PASSET, 1979).

En la década de los setenta, Georgescu-Roegen, un original pensador de la Economía contribuyó a la incorporación del concepto termodinámico a la teoría económica y proporcionó un análisis del proceso económico basado en el fenómeno de entropía, es decir la degradación cualitativa y irreversible de la



energía en el proceso creativo económico. Parece que por la primera vez la Biología y la Economía tienen una común unidad de intercambio —entropía— a través de la cual las actividades en ambas áreas podrían ser medidas y comparadas. Un mejor y más profundo conocimiento de las interrelaciones, pero más importante aun, de las *interacciones* entre los factores biológicos y económicos en el sistema biosférico global requiere una consideración sistémica de la diversidad y de la multiplicidad de estos factores, ambos en escala temporal y espacial.

La biosfera está compuesta solamente de unas pocas variedades de materia fundamental cuyas interacciones dificultan su mejor entendimiento. Por lo tanto se necesita un pensamiento innovador y una nueva conceptualización para aclarar su dinámica. La Bioeconomía debería facilitar la clarificación de estas múltiples interacciones en el proceso económico desde el punto de vista de la Biología teniendo en cuenta que la especie humana es una parte integrante de la biosfera y que los procesos socioeconómicos y sus *interacciones* con el sistema biológico deberán, entonces, ser sujetos a las leyes biológicas y termodinámicas.

Las actividades biológicas y económicas son esfuerzos humanos más destacados y aunque las primeras están regidos por los condicionantes de conservación, regeneración y el reciclaje, los segundos lo están por el despilfarro de los recursos biológicos, competitividad y mala gestión. El paradigma dominante en ambas actividades ha sido de la automotivación y autointerés, es decir, la competición por la supervivencia individual en la esfera económica y por la supervivencia colectiva en el ámbito biológico. A pesar de ello, como la especie humana es cada vez más global en su actividad socioeconómica y la especialización y la división de funciones llegan a ser una norma y no una excepción, la humanidad tendrá que acudir más a la cooperación si quiere sobrevivir.

Pienso que no estaremos lejos de la verdad si proclamáramos la existencia humana en este planeta como una tragedia. La especie humana ha evolucionado sobre la Tierra hostil y por ende ha tenido que domar esta hostilidad hasta el punto de llegar a su posible aniquilación a través de una actividad socioeconómica destructora. Es imprescindible cambiar a una actividad socioeconómica de cooperación y biocomercio dando un precio justo a los biorecursos que refleja su verdadero valor biológico.

Esta claro que los expertos en ambas ciencias han permanecido en desacuerdo por mucho tiempo pero ahora parece más oportuno para iniciar una cooperación científica. Ha sido propuesto (MOHAMMADIAN, 1997) que este objetivo puede ser logrado por la investigación y docencia *interdisciplinaria*, es decir que los poderes investigadores de ambas ciencias, la Biología y la Economía podrían ser unidos para iniciar un pensamiento científico y una in-

vestigación científica innovadora que nos facilitara un estilo de vida en nuestras actividades biológicas y socioeconómicas de acuerdo con las realidades biosféricas.

El gran reto de la teoría económica moderna es encontrar formulas de la integración completa del sistema económico con el biosférico para satisfacer las necesidades de la presente generación sin perjudicar las aspiraciones de las futuras generaciones. Tendremos que organizarnos alrededor del concepto de sustentabilidad con la idea integradora de la tutela de la herencia común de la presente generación. La racionalización de las demandas humanas en una sociedad menos materialista y desmaterializada no va significar la independencia humana de la biosfera y los recursos biológicos para un futuro previsible. Por esta razón el sistema socioeconómico humano tendrá que asumir la lógica de lo vivo y lo meramente físico tanto como de lo económico.

El sistema económico internacional tiene que generar una visión humanística de la actividad humana y tiene que centrar en el bienestar económico e igualdad social. Es decir, la actividad tiene que ser socialmente coherente y no destructiva. La actividad económica no es y no puede ser una respuesta socialmente adaptiva a la problemática ambiental. Tampoco puede ser una respuesta puramente biológica y debe ser nutrida por la integración de las dos esferas de esfuerzo humano: lo económico que tiene que ver con su bienestar a corto plazo y lo biológico que tiene que ver con su supervivencia y sustentabilidad a largo plazo.

La economía nace de la Biología pero encuentra su *raison de etre* en el ambiente social donde puede ser muy útil para la especie humana o al contrario puede generar efectos destructivos para la especie y el planeta en general.

La Bioeconomía intenta descascarar las muchas envolturas que rodean las *múltiples interacciones* y cavar hasta el fondo para aclarar la importancia que tienen estas interacciones no-lineales para el buen funcionamiento de la biosfera y para la existencia humana.

El sistema socioeconómico humano basado sobre la idea de la dominación de la naturaleza, uso y abuso de los recursos biológicos, producción y consumo incesante debería cambiar a un sistema de reabsorción, regeneración y renovación. Es decir, debería imitar el sistema económico de la naturaleza y su sistema de regeneración y reciclaje intrínseco armónico con sus temporalidades. Sin embargo, el sistema socioeconómico funciona según ciclos temporales muy distintos , y muy a contrapaso con los ciclos temporales biológicos de lo que resulta el deterioro del medio ambiente causando un malestar general comúnmente conocido como «la crisis ecológica».

Esta crisis es el resultado directo de las deficiencias en el sistema socioeconómico que ignora los límites físicos de la biosfera por absorción de desechos , y aun mas grave, de su persistencia en el substrato biológico. Conse-

cuentemente, los ciclos temporales biológicos en vez de actuar como agentes regeneradoras para el sistema biológico y ayudando en los procesos biológicos de diversificación, el proceso de la evolución y en particular la evolución de la especie humana serán agotado por los esfuerzos de la purificación y renovación y de este modo arriesgando la sustentabilidad del planeta y la supervivencia de todas las especies.

La Bioeconomía, actuando como un puente entre los sistemas socioeconómico humano y el sistema económico natural podría aportar la información acerca de estas temporalidades a través de la investigación *interdisciplinaria* en el contexto espacio-temporal. Esta información adquirida por la investigación de las *interacciones* entre el sistema socioeconómico y el sistema biológico reuniría el sistema económico 'artificial' con la herencia biofísica 'real' de la cual ha sido por tanto tiempo disociado en detrimento de la sustentabilidad biosférica y la existencia humana.

También, de esta manera los dos mas importantes factores de la existencia humana —tiempo y espacio— serán unidos con el factor socioeconómico y la toma de decisiones de tanto interés publico y tan imprescindible para una teoría económica innovadora en relación con el medio ambiente, recursos biológicos y un nuevo modelo de desarrollo económico humano.

## BIOECONOMÍA Y EL CONCEPTO DE LA SUSTENTABILIDAD

La teoría económica clásica y la teoría económica neoclásica basadas sobre la teoría del valor de la mano de obra y la teoría de capital, respectivamente, han orientado la evolución de la teoría del desarrollo económico durante, por lo menos, todo este siglo. No obstante, es bien conocido que el concepto de desarrollo económico esta muy abierto a la interpretación según las circunstancias socioculturales, económicas y políticas. Por lo tanto las teorías de valor no han sido muy útiles para hacer compatibles estos diferentes interpretaciones y no debería sorprendernos que el proceso de desarrollo sustentable no haya alcanzado sus objetivos.

Para lograr estos objetivos es necesario también un cambio en la teoría de desarrollo económico a través de una nueva teoría del valor; es decir, lo que podríamos llamar la '*teoría de valor de la entropía*'. Esto es preciso porque el sistema económico se ha desviado de su camino evolutivo con el sistema biológico y ha estado coevolucionando con los recursos energéticos no-renovables de los cuales mantiene una gran dependencia. Esto ha resultado en largos periodos cuando la humanidad ha estado ignorante de los efectos perjudiciales de su actividad socioeconómica durante largo tiempo y sobre extensas áreas geográficas.

Estas características temporales y espaciales han sido responsables de la

aparición de los problemas complejos e interactivos que requieren un tipo de estudio e investigación basado sobre los conceptos de interdisciplinariedad y complejidad. No obstante para la Bioeconomía, por lo menos, lo mecánico y lo termodinámica no parecen suficientes para proporcionar una explicación de la vida, los problema interactivos y su evolución hacia la complejidad. Un nuevo elemento en cuanto a *calidad* debería ser incorporado.

El proceso resultante de los cambios paradigmáticos en la forma de la teoría termodinámica no-lineal, la teoría de estructuras disipativas y la teoría de complejidad, quizás pudieran fomentar la sustentabilidad de la actividad económica humana en la forma de un sistema Bioeconómico. Este sistema operaría en un estado «lejos de equilibrio» imitando el sistema económico natural y por lo tanto reduciendo su degradación entrópica a través de «estructuras disipativas» (PRIGOGINE y GLANSORFF, 1970) y crear orden del desorden en un nivel superior y mas complejo. De esta manera, el sistema socioeconómico humano quizás podría incrementar la capacidad creativa de la empresa humana en su totalidad por ocasionar menos entropía en la forma de desperdicios y contribuir a una biosfera mas limpia y sustentable.

Los sistemas complejos tienen propiedades no-lineales; es decir, que no se puede predecir con certeza sus comportamientos debido al hecho que un sistema complejo esta compuesto de muchos y variados componentes que interactúan entre si. Frecuentemente, cuanto mas preciso es la medida de estas interacciones mas exacto será la predicción del comportamiento del sistema en su totalidad. Por ejemplo si la medida del error es de  $x$  por ciento entonces la predicción tendrá también una exactitud del  $x$  por ciento.

Este razonamiento es correcto para sistemas simples pero en los sistemas complejos cualquier error, no importa cuan pequeño, será amplificado con el paso del tiempo y la exactitud del  $x$  por ciento de la predicción será invalidado. De esta forma, se tiene que vigilar constantemente los sistemas complejos para corregir y compensar los errores. También esto explica porque no es posible predecir con certeza un sistema complejo y muy interactivo como es el sistema biológico.

El modelo Bioeconómico con su percepción del sistema socioeconómico humano como parte integrante del sistema biológico proporciona la posibilidad de un cambio en nuestro entendimiento del sistema socioeconómico como un sistema abierto autoorganizador y autoregulador en un estado cuasi-steady capaz de coevolución con el mas grande sistema biosférico para el beneficio de sustentabilidad de todos. La especie humana debe aprender a intervenir en el proceso económico, primero y por encima de todo, como un sistema biológico; es decir, como un organismo que es parte del sistema biológico global, el «superorganismo» (LOVELOCK, 1988) y después y solamente después como un agente económico.

Además, puesto que la parte económica del modelo Bioeconómico esta bien integrada en la parte biológica, entonces la influencia del individuo humano competitivo y dominante será reemplazada por los intereses de población como unidad de acción, reacción e interacción, del sistema socioeconómico con el sistema biológico. La perspectiva de población es esencial si vamos a resolver los problema interactivos porque necesitan una acción colectiva basada en valores totalmente diferentes de los que inspiran a la humanidad hoy en día.

El hecho de que la tendencia y el deseo humano sea la dominación total del planeta, podría eventualmente conducirnos a su aniquilamiento y un 'planeta quemado' que no sirve ni para el hombre ni para la bestia. Evitar esta eventualidad implica un precio para hacer el hombre mas justo, humanitario con su semejantes y armoniosos con el medio ambiente. Este precio supone el logro de la '*cultura de sustentabilidad*' a través de la cooperación, frugalidad y afabilidad. Lo realmente necesario es una '*reforma de pensamiento*' conducente a una reforma del sistema docente y de la investigación contra lo que podría llamar el '*síndrome de indiferencia*' alejando a los científicos del trabajo científico cooperativo.

La Bioeconomía también nos podría conducir hacia lo que se podría llamar-se la '*cultura de síntesis*' a través de interdisciplinariedad reformando asi nuestro pensamiento y haciéndonos mas cooperativos. La Bioeconomía podría ser concebida como una *ciencia postmoderna* (MOHAMMADIAN, 1998) que promueve un nuevo modo de empeño científico por ser *proactiva* en vez de reactiva, reconoce ser *la calidad* tan importante como la cantidad, destacando *holismo* sobre reduccionismo y dirige a los científicos de la visión antropocéntrica hacia la visión *biocéntrica* alentando respeto para todos los seres vivos como una exigencia ética y no solo desde el criterio egoísta y utilitario.

La Bioeconomía como una ciencia postmoderna tiene una perspectiva de complejidad que le hace propenso a la investigación de las interacciones no-lineales complejas surgiendo de los impactos del sistema socioeconómico humano sobre el sistema biológico. Pero más aún, la investigación al nivel Bioeconómico podría esclarecer los intereses económicos conflictivos, como el uso contra la *conservación* de los recursos biológicos, el interés propio contra la *cooperación* y el crecimiento económico contra el *no-crecimiento*.

El modelo ortodoxo de la actividad económica humana con su dependencia total de la tecnología y los resultantes impactos negativos sobre la biosfera debe cambiar a un modelo Bioeconómico actuando a favor, en vez de contra, del medio ambiente. Esto es muy importante si se acepta que la actividad socioeconómica es parasitaria enfrentándonos con el dilema de cómo la existencia humana podría continuar en la Tierra sin aniquilar su fondo biológico y también descubrir las estrategias para una transición no-traumática a una exis-

tencia sustentable. En este aspecto la Bioeconomía trasciende los objetivos cuantitativos para aspirar a lo cualitativos como el mantenimiento del medio ambiente en unas condiciones sanas y saludables y la regeneración y el reciclaje de los recursos biológicos. En pocas palabras, la sustentabilidad del sistema biosférico y la supervivencia de la especie humana.

La Bioeconomía podría actuar como una disciplina de vanguardia para un movimiento científico *postmoderno* orientando al camino del *biocentrismo* contra antropocentrismo, *interdisciplinariedad* contra disciplinariedad, *holismo* contra reduccionismo y *complejidad* contra simplificación.

A continuación para una mejor comprensión del paradigma de Bioeconomía se presenta un estudio comparativo de los paradigmas de economía-medio ambiente:

### COMPARACIÓN DE PARADIGMAS ECONOMÍA-AMBIENTE

| Paradigmas                         | Características  | Defectos  |
|------------------------------------|--|---|
| Economía de los Recursos Naturales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis individual de Recursos Naturales</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque parcial</li> <li>• Análisis individual</li> </ul>  |
| Economía Ambiental                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis individual de Recursos Naturales.</li> <li>• Reconoce su agotabilidad</li> <li>• Se centra en la Contaminación ambiental y en la internalización de las «externalidades»</li> <li>• Complementariedad de los factores económicos con los ambientales</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque parcial</li> <li>• No integración</li> </ul>   |
| Economía Ecológica                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis integral de los Recursos Naturales</li> <li>• Integración de factores Económicos con Ecológicos</li> <li>• Enfoque integral de la sustentabilidad económica, ecológica y social</li> <li>• Plantea un modelo coevolutivo de las actividades socioeconómicas en la biosfera</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrelación pero no interacción</li> <li>• Investigación multidisciplinar</li> <li>• Investigación separada en escala temporal o en escala espacial</li> </ul> |
| Bioeconomía                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis integral de Recursos Biológicos</li> <li>• Investigación holística, <b>interdisciplinaria</b></li> <li>• Simbiosis de procesos Económicos con Biológicos</li> <li>• Investigación de <b>interacciones</b> entre sistemas socioeconómicos y biológicos</li> <li>• <b>Investigación integrada</b> en escala temporal y en escala espacial</li> <li>• Aporta <b>nuevas herramientas</b> conceptuales y de acción para un modelo operativo de <b>Desarrollo Sustentable</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuevo: Pendiente de investigación y desarrollo</li> </ul>  |

## SUMARIO

La síntesis de la Economía con la Biología en la disciplina de Bioeconomía, la Economía Biológica responde a la necesidad de una interpretación innovadora de los procesos de desarrollo socioeconómico y biológicos humanos para ser logrados desde el punto de vista de la degradación entrópica, agotamiento de los recursos biológicos, contaminación del medio ambiente y los resultantes conflictos sociales.

Varios paradigmas han sido propuestos para esclarecer los graves problemas interactivos surgiendo de los impactos negativos del sistema socioeconómico humano sobre el sistema biosférico. La Bioeconomía es un empeño adicional en esta transición paradigmática que, con otras teorías científicas y con la nueva *teoría de valor de entropía* podría conducir al desarrollo de un sistema Bioeconómico a favor de baja entropía y un modelo de desarrollo socioeconómico sustentable.

La síntesis de la Economía con la Biología en la disciplina de la Bioeconomía es necesaria para mejorar la interrelación entre los sistemas socioeconómicos y biológicos sobre la cual depende la evolución biológica del planeta pero también para propiciar un desarrollo sustentable biológicamente coevolutivo, económicamente viable, ecológicamente benigno y socialmente equitativo. Se podría lograr este objetivo a través de la promoción de la *cultura de sustentabilidad*.

La Bioeconomía es una contribución científica para la integración holística de la Economía a la Biología y hacia la *cultura de síntesis* a través del concepto de *interdisciplinariedad* para romper la barrera de reduccionismo que por tanto tiempo ha dominado perjudicialmente el ámbito de la docencia y la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- CONSTANZA, R. (1989): What Is Ecological Economics. *Ecological Economics*, 1: 1-7.
- KUHN, T. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, Chicago. U.S.A.
- LOVELOCK, J. (1988): *The Ages of GAIA: A Biography of Our Living Earth*. Oxford, University Press; Oxford. United Kingdom.
- MARSHALL, A. (1920): *Principles of Economics*. 8th Edition. Macmillan ; London, United Kingdom.
- MAYNARD SMITH, J.; SZATHMARY, E. (1995): *The Major Transitions in Evolution*. W. H. Freeman; Oxford. United Kingdom.
- MOHAMMADIAN, M. (1980): Bioeconomics: An Interdisciplinary, Problem-oriented, Curriculum for Ecology. *Ecology*, 15: (50-59).

- (1997): *Bioeconomics: Interdisciplinarity Par Excellence*. Presented at the Invitation of the Int. Soc. for Interdisciplinary Studies: The Vienna Forum: Sciences and Social Interactions: Can Interdisciplinarity Bridge the Gap? 16-17 November; Vienna Austria.
- (1998): *Bioeconomics: A Post-modern Science*. European Soc. for Ecological Economics Newsletter No. 6; October; Geneva. Switzerland.
- PASSET, R. (1979): *L'Economie et le Vivant*. Petit Bibliotheque Payot (Coll.Traces), Paris. France.
- PEARCE, D. W.; TURNER, R. KERRY (1990): *Economics of Natural Resources and The Environment*. Harvester Wheatsheaf; New York.U.S.A.
- PILLET, G.; MUROTA, T. (1987): *Environmental Economics: The Analysis of An Interphase*. Leimgruber; Geneva. Switzerland.
- PRIGOGINE, I.; GLANSDORF, P. (1971): *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*. Wiley; New York. U.S.A.

## AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a mi amigo D. Angel Menéndez quien me ha ayudado en la elaboración del texto en castellano. También sus preguntas me han conducido a aclarar mejor algunos argumentos.