

**Economía convencional y
ecológica como semillas
de propuestas contra el
cambio climático**

Conventional and ecological economy
as the seeds of different proposals
against climate change

3



Resumen

El presente capítulo esboza las raíces teóricas y las propuestas contra el cambio climático de sendos tríos de modelos con origen en la economía convencional y ecológica. Mediante la descripción y la valoración de las propuestas, el texto desemboca en cómo las diferencias en las visiones preanalíticas implican diferencias en la formulación y la conceptualización del problema del cambio climático (externalidad, consecuencia de la relación entre humanos y no-humanos) y sus síntomas (variaciones en los costos, aumento de temperatura) y, en consecuencia, sus abordajes metodológicos y las propuestas de política: mientras desde la economía convencional se apunta a controlar el consumo sin dejar de lado el crecimiento en la economía ecológica se apunta a nuevas formas de relación entre humanos y no humanos.

Palabras clave: políticas contra el cambio climático, visiones económicas.



Abstract

This chapter outlines the theoretical roots and proposals of each models against climate change with an origin in conventional and ecological economy. Through the description and evaluation of the proposals, the study examines how differences in pre-analytical visions imply differences in the formulation and conceptualization of the problem of climate change (externality, a consequence of the relationship between humans and non-humans) and its symptoms (cost variations, temperature increase), and consequently in methodological approaches and policy proposals. While conventional economy aims to control consumption without neglecting growth, ecological economy is aimed at new forms of relationship between humans and non-humans.

Keywords: policies against climate change, economic visions.



Marco Aguilera-Prado: [marco.aguilera@uniagustiniana.edu.co] Magíster en Planificación y Administración del Desarrollo Regional, Universidad de los Andes (Colombia) y Economista, Universidad Autónoma de Occidente (Colombia). Líneas de investigación: evaluación de la educación, economía de la educación y economía internacional y desarrollo. Líder de investigaciones, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universitaria Agustiniana, Bogotá – Colombia.



Cómo citar en APA / How to cite in APA

Aguilera-Prado, M. (2018). Economía convencional y ecológica como simientes de propuestas contra el cambio climático. En *Repensando el desarrollo: lecturas interdisciplinarias* (pp. 111-147). Bogotá, D. C.: Editorial Uniagustiniana. Doi: [xxxxxxxxx](#)

Introducción

La aparición en 1988 del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) y sus informes sobre el calentamiento global donde se mencionan, entre otras: las relaciones del calentamiento global con eventos naturales como sequías, huracanes, fenómeno del niño y la relación entre las emisiones producto de las actividades humanas y el efecto invernadero pone de manifiesto la necesidad mundial de generar información que permita mejorar las políticas ambientales para aminorar los efectos del cambio climático y reducir la magnitud de este.

A partir de allí, sucesivos informes del IPCC (1990, 1995, 2001 y 2007) validan el hecho del cambio climático, exponen las causas de origen humano que determinan la dinámica del evento y proponen como fines de la política ambiental la mitigación y la adaptación al cambio climático (IPCC, 2007). Sin embargo, una mirada más detallada sugeriría que las soluciones y las explicaciones al fenómeno no son un asunto concluso, porque causas, efectos y posibilidades de actuación son diferentes en cada país. De manera que, estudiar las decisiones (tomadas y posibles) particulares en torno a las soluciones se convierte en un asunto prioritario, si se quieren soluciones universales al mal global.

Ese estudio daría para que la formulación de políticas contra el cambio climático mutase a un problema del porqué el comportamiento humano genera males para sí mismo y cómo se puede inducir un cambio en esos comportamientos. Para las respuestas se pueden identificar dos posturas para explicar tanto el comportamiento humano como las acciones por tomar. Una que hace parte del *mainstream* de la economía convencional que genera conocimiento para entender las causas antrópicas del cambio climático y propone políticas basadas en la racionalidad del *homo economicus* y otra fundamentada en la economía ecológica que considera que el camino para hallar esas causas debe partir de otras consideraciones

iniciales para las relaciones entre naturaleza y sociedad y, en consecuencia, propone acciones diferentes.

En esa dirección, el capítulo presenta las propuestas de política de tres modelos de la economía convencional de amplia difusión y manejo para el estudio del cambio climático: *Dynamic Integrated Climate-Economy Model* (DICE) (Nordhaus, 1992a; Nordhaus, 1992b), Modelo Analítico Simple (MAS) (Kolstad y Toman, 2005) y *Policy Analysis of the Greenhouse Effect* (S-PAGE) (Stern, 2008) y las de tres modelos de la economía ecológica que emergen como novedosos al hacer planteamientos que incorporan racionalidad dinámica y coevolución para el entendimiento del cambio climático y la formulación de política para combatirlo: Modelo Integrado de Análisis Ambiental (MIAA) (Daniels, 2010), Modelo coevolutivo para el análisis del cambio socio-técnico (MCEST) (FOXON, 2011) y Perspectiva para el Análisis desde la Economía Ecológica (PAEE) (Bina y La Camera, 2011) y precisa sus visiones de manera que se evidencia el origen de sus diferencias.

Generalidades de las economías convencional y ecológica

En la literatura existe consenso sobre las diferencias en los principios de las economías convencional y ecológica. Mientras que la economía convencional o neoclásica se muestra mecánica-cartesiana, de corto plazo, antropocéntrica, disciplinaria y con fines asociados al crecimiento del producto, la segunda se asocia con una mirada dinámica y sistémica del mundo, de múltiples escalas, antropológica, *inter-transdisciplinaria* y con fines que apuntan a la sostenibilidad de la biosfera. Esas diferencias estriban en las raíces y el surgimiento de ambos cuerpos teóricos en diferentes contextos sociales. A continuación, se exponen los principios que originan esas diferencias.

Economía convencional: raíces e interpretaciones

En general, se reconoce que el camino construido por la economía como ciencia ha estado muy cercano a la física newtoniana en su sentido de búsqueda de leyes universales; abstracción de los fenómenos estudiados y la formalización mediante el cálculo infinitesimal y el método analítico cartesiano que descompone los cuerpos y los fenómenos por estudiar en sus partes para su comprensión, suponiendo que el todo es suma de partes, lo cual ha favorecido su reconocimiento científico (Daly y Cobb, 1997; Capra, 1998). Asimismo, existe un vínculo con el sistema capitalista y los principios utilitaristas que configuran la búsqueda de mayores beneficios y el individualismo como principios del análisis.

La aparición de la física newtoniana y el método cartesiano en el siglo xvii dan cuenta del cambio en la concepción de la realidad y del universo. Es el tránsito de una concepción de la realidad como ser vivo, fruto de interacciones entre seres, sin distinción del orden deidad, hombre, vegetal, o mineral a la realidad explicable por la mente y la razón humana. La mente puede explicar todo el universo físico y metafísico, lo cual conlleva la diferenciación-jerarquización vivo-inerte y la concepción del universo como un cuerpo regido por la mente, predecible y controlable. Esa condición permitió que el binomio newtoniano-cartesiano avanzara en la idea alquimista del control de la materia y del espacio; ejemplo de ello es el descubrimiento de las órbitas planetarias y la predicción de los movimientos de los cuerpos celestes. Asimismo, en la ciencia surgió y se robusteció una idea de progreso asociada al control de lo aquello no-humano (Naredo, 2003).

Enclavada en esa tradición científica, la economía del siglo xviii y sus propuestas de política presentaron una visión de realidad que no puede entenderse como la construcción teórica de eruditos economistas reconocidos espontáneamente o la consecuencia de la aceptación del valor positivo de lo científico-moderno. Por el

contrario, es la comunión de la idea de progreso, la revolución industrial, la masificación de la producción, el surgimiento burgués y la idea de propiedad privada del capitalismo las que permitieron la consolidación de las ideas económicas de la división del trabajo, el mejoramiento de la productividad y los valores utilitaristas ligados al consumo de bienes (Naredo, 2003).

Los ideales de progreso y la evolución como un caminar hacia un futuro mejor se vieron reforzadas por la idea de generación de riqueza, la cual se expandiría en el Estado moderno y el contexto renacentista. El futuro mejor y la expansión de la sociedad encontraron explicación en la organización empresarial y en la propiedad privada burguesa (el derecho exclusivo para el usufructo) del siglo XVIII. Juntos: riqueza, empresa y derechos de propiedad generaron un círculo virtuoso a favor de la bondad de acumular riqueza y su relación directa con el progreso, una idea anterior a la consolidación burguesa de los siglos XVIII y XIX. Al mismo tiempo, la noción de riqueza y poder migraron del inmobiliario de las tierras característico de la aristocracia y la nobleza de los siglos XV al XVII a la riqueza mobiliaria de la moneda que permitía la acumulación sin límites (Naredo, 2003).

Por su parte, la acumulación que generaba riqueza se alimentó de las invenciones de la revolución industrial. Esa fue la oportunidad de construir máquinas e inventos para llegar más rápido, volar, ir bajo la tierra, conquistar el fondo del mar, producir más, fue la promesa de bienes abundantes mediante la conquista del cielo y de la tierra y, en consecuencia, la posibilidad de traer el cielo de la santidad *post mortem* al presente terrenal mediante una vida lujosa y placentera. Ello sentaría las bases del individualismo y el utilitarismo, al resquebrajar formas de organización antecesoras más colectivas, menos acumuladoras y menos trabajadoras mediante el ofrecimiento de la garantía de una libertad y la afirmación de la personalidad por medio de la búsqueda del éxito asociado con la riqueza monetaria.

Para finales del siglo XIX, el individualismo, el utilitarismo y la reinterpretación marginalista de las relaciones de intercambio presentaron en lo normativo y lo abstracto-teórico la relación mayor consumo, mayor felicidad. Para el utilitarismo, el sentido de su sociedad, concebida como suma de individuos, es alcanzar el máximo de felicidad para el mayor número, de modo que es indistinto quién es el individuo que mejore su felicidad, de allí que para los marginalistas cada individuo busque maximizar su satisfacción, la cual se alcanza exclusivamente mediante el consumo de bienes y servicios (Naredo, 2003). Las categorías consumo, producción, riqueza y flujo consumo-producción-acumulación nutrirían y justificarían el modelo capitalista y la propuesta económico-política de la división del trabajo, la mejora de la productividad y la acumulación.

El modelo capitalista se dinamiza por la producción y el consumo continuo de mercancías y su sentido es la generación de riqueza asociada a los bienes materiales o mercancías intercambiables, los cuales deben cumplir con dos condiciones: deben ser necesarios, útiles o agradables al hombre y deben ser fruto del trabajo del hombre (Naredo, 2003). La creación continua de objetos materiales fortalece la idea de necesidad por cuanto más bienes materiales más riqueza. Al mismo tiempo, la eliminación de los objetos abundantes sin trabajo del conjunto de la riqueza genera una escasez asociada al trabajo: los bienes materiales son escasos, no por los límites físicos (como en los fisiócratas), sino porque su existencia depende del trabajo involucrado para su elaboración. Escasez, necesidad, utilidad, riqueza fueron nociones que construyeron el entramado conceptual que aún hoy rige el capitalismo y la economía convencional. En ese binomio, el *quid* es alcanzar la abundancia mediante el incremento de la producción y el consumo de bienes materiales contruidos desde las materias y las energías abundantes y renovables, la cuales deben ser apropiadas para la generación de riqueza.

De esta manera, la concepción de una sociedad que es suma de individuos maximizadores, que produce y consume bienes materiales

de un sistema natural (no-humano) independiente y al servicio de la generación de riqueza permitió la construcción del flujo circular de la economía convencional, en la cual bienes para el consumo final o para la producción de otros bienes circulan entre los agentes económicos (familias, firmas, gobierno, intermediarios financieros y países extranjeros) y se intercambian por dinero. El intercambio de bienes e insumos por dinero se hace óptimo en la medida en que los beneficios marginales igualan los costos marginales, conclusión a la que se llega después de considerar que los individuos maximizan su bienestar bajo las restricciones presupuestales.

Dado que el sistema natural no está conformado por individuos maximizadores, pero estos, agrupados en el sistema económico, sí mantienen una relación con él y dados los descubrimientos del posible impacto de las actividades de intercambio de bienes materiales, la economía convencional se adentró, en la segunda mitad del siglo xx en el estudio de dichos impactos y en la construcción de una forma adecuada de uso de los “recursos naturales” (Common y Stagl, 2008). Esa es una forma de integración de entorno natural al sistema económico de la economía convencional que se traduce en “economía ambiental” y “economía de los recursos naturales” como aplicaciones del marginalismo, los principios maximizadores y la idea de poder predecir la dinámica de dicha integración bajo la mirada del beneficio (abundancia, producción y consumo máximos) para los humanos.

Así, la *economía ambiental* se ocupa principalmente de cómo y por qué los agentes toman decisiones que afectan el ambiente y apunta al estudio de las maneras en que las políticas y las instituciones pueden equilibrar deseos humanos con las necesidades del ecosistema en sí mismo. Los agentes toman decisiones de producción, consumo y eliminación dentro de limitaciones institucionales, ergo, para el caso de los impactos en el medio ambiente se deben considerar cómo las formas establecidas para el mercado y los arreglos sociales condicionan (incentivan) la contaminación (Field, 1998). De allí que la política ambiental cimentada en instrumentos económicos

oscile entre incentivos directos (instrumentos basados en el mercado) y regulación directa (comando y control)¹ (Xepapadeas, 2009) y su problema consecuente sea la determinación de los impuestos y los estándares, es decir, el problema de los incentivos se traduce en un problema de valoración.

Mientras que para la *economía de los recursos naturales* la esencia del manejo de los recursos naturales es la asignación intertemporal del mismo, de modo que el objeto de estudio son las elecciones intertemporales de la sociedad asociadas con las variaciones naturales de los recursos naturales. De esta manera, se entiende que el uso de los recursos naturales es un problema de elección de la sociedad –por encima de las elecciones individuales– y tiene que ver con consideraciones temporales y las restricciones vienen dadas por las variaciones naturales –que no son de naturaleza humana– de la cantidad de recurso (Maldonado, 2008). Entonces, el problema ambiental se traduce en cuál debe ser la extracción óptima (demanda óptima de servicio ambiental) que maximice el beneficio sujeto a la cantidad de recurso disponible en el tiempo, de manera que los instrumentos económicos de política ambiental caben para el manejo adecuado de los recursos naturales, retornando al problema de valoración, en este caso, de los beneficios y los costos ambientales de la extracción.

En ambas, se tratan los servicios que provee la naturaleza como bien público (no-excluíble, no rival), esto es, un bien del que no se pueden excluir consumidores y en el que el consumo por parte de un individuo no atenta contra el consumo de los demás. Los bienes públicos y los recursos comunes (no-excluíbles y rivales) representan una externalidad por cuanto el precio de mercado no revela los verdaderos costos, en tanto la naturaleza no paga salarios o capital

¹ Se cuentan para el primer grupo: impuestos ambientales, subsidio por reducción de uso o emisiones, cuotas o permisos transables y acuerdos voluntarios; y para el segundo: regulación mediante estándares de uso o emisión y estándares tecnológicos (Xepapadeas, 2009).

para su producción, de allí la necesidad de aproximarse a partir del aparato conceptual de la microeconomía convencional.

Economía ecológica: surgimiento y principios

El cierre del siglo xx y la infancia del siglo xxi dan cuenta de crisis en las instituciones que han regido el sistema capitalista, incluyendo la construcción científica que la ha justificado. Se hacen evidentes las crisis financieras de Estados Unidos y Europa –las de los precios de los activos financieros y las inmobiliarias–, el desmedro del sistema regulatorio financiero y las limitaciones de la política económica para prevenir las crisis. Asimismo, surgieron corrientes opositoras al crecimiento como objetivo de la política económica, apoyadas en los descubrimientos sobre el cambio climático que esgrimían la necesidad de formas de conocer menos cartesianas y parcelarias, en cambio, más sistémicas e integradoras y que buscan otras maneras para entender bienestar y relación entre humanos y no-humanos.

De acuerdo con esa dinámica que entiende el bienestar asociado a mayor consumo pone en riesgo la vida del planeta, por cuanto el crecimiento económico infinito limita las posibilidades de acceso y producción de bienes y servicios ambientales (Daly y Farley, 2004); por lo tanto, emerge la economía ecológica, que puede entenderse como el estudio de la simbiosis entre los ecosistemas y el sistema económico, y la manera de hacer sostenible esa relación mediante la introducción de los conceptos de flujos, conservación y transformación de la energía y los problemas del valor y la política (Baumgärtner, Becker, Frank, Müller y Quaas, 2008; Röpke, 2005) Por último, el trasfondo es el paso de una forma de conocer newtoniana-cartesiana a una mediante el estudio de los sistemas y los flujos entre ellos que tiene especificidades espacio-temporales.

La propuesta de la economía ecológica de estudiar la simbiosis se sustenta en la existencia de un flujo de materia y energía entre el sistema económico y el ecosistema global que determina la vida

de la biosfera (que incluye el ecosistema y el sistema económico), la cual se ve amenazada por cuanto la dinámica de crecimiento infinito impide la regeneración de varios sistemas del ecosistema. Es una relación en la cual la tecnología favorece el mayor aprovechamiento de los recursos naturales, lo que permite el crecimiento del sistema económico. Pero la acumulación de residuos (por fuera del sistema económico) y la transformación inducida han generado la reducción del tamaño de los ecosistemas y sus posibilidades de proveer bienes y servicios. Se trata de dos procesos con cambios conjuntos observables en diferentes tiempos con lo que la tesis de crecimiento-acumulación también debe ser revaluada (Daly y Farley, 2004).

El sistema económico, como cualquier otro organismo, mantiene un intercambio orgánico de materia y energía para garantizar su existencia, su crecimiento y su reproducción (Carpintero, 2009). El sistema económico en su transformación de bienes naturales (inertes) en bienes materiales utiliza energía y materia que al utilizarse generan residuos en forma de calor disipado y materia degradada, los cuales se reciclan, en parte, en el sistema económico y en parte en la biosfera.

Sin embargo, existe diferencia entre la velocidad de generación de residuos y el reciclaje, resultando acumulación de residuos materiales (Martínez Alier y Roca Jusmet, 2001). De allí que para entender el sistema económico, además del intercambio entre los agentes del flujo circular, sea necesario mirar los bienes naturales y los residuos, es decir, se deben considerar los flujos físicos de entrada y salida del sistema económico, así como las transformaciones en el sistema económico y en el entorno natural en la lógica de un metabolismo social (Carpintero, 2009).

Los flujos energéticos se rigen por el principio de la entropía, definida como una cualidad de la materia y la magnitud asociada con las posibilidades de generar energía utilizable. En un sistema, la entropía aumenta en la medida en que la energía se transforma y parte del calor generado se disipa y es irre recuperable, dado que la transformación es hacia formas más caóticas y dispersas

(Georgescu-Roegen, 1996; Rojas Diéguez, 2007). Así, la generación de riqueza puede entenderse como el aprovechamiento de la energía de los sistemas de baja entropía que genera sistemas de alta entropía con energía inútil para producir trabajo. La escasez, entonces, se asocia con la cantidad limitada de sistemas de baja entropía y la imposibilidad tecnológica de revertir el proceso y convertir energía inútil disipada en útil (Rojas Diéguez, 2007).

De modo que si la biosfera está regida por la dinámica de los flujos energéticos y la biología de los sistemas vivos, entonces el sistema de producción y distribución de bienes materiales del sistema económico está condicionado por las relaciones con su entorno así: i) la cantidad de energía es limitada, por cuanto, además del sol, los sistemas vivos necesitan de otras fuentes energéticas que se degradan al utilizarse produciendo energías cada vez menos utilizables; y ii) los aspectos ecológicos implican seres vivos con caminos evolutivos que generan cambios no solo en sus racionalidades (formas de razonar), sino también en sus patrones genéticos que resultan en comportamientos y hábitos diferentes.

En conjunción termodinámica, ecología y metabolismo social implican la imposibilidad de crecimiento perpetuo para el sistema económico. La garantía de existencia, crecimiento y reproducción del sistema económico es la posibilidad de uso de las opciones naturales de energía, la cual aumenta en la medida en que se conserve la biosfera o en la medida en que el sistema económico se cierre en términos de que sus residuos se transformen en energía para el mismo sistema sin acumulación de materiales o degradación energética que ponga en riesgo la existencia de la biosfera (Riechman, 2009).

De esta manera, un sistema económico formado por humanos que intercambian, ubicado dentro de la biosfera en interrelación con los otros sistemas mediante flujos de materia y energía pondrá en riesgo su existencia y la del resto, en la medida en que su tamaño exceda las posibilidades de demanda de materia y energía; entonces, la escala del sistema económico incide en la existencia,

crecimiento y reproducción de los otros sistemas y de la biosfera. El crecimiento económico,² entendido como la mayor generación de bienes materiales, aumenta la mayor disponibilidad de servicios económicos, pero disminuye las posibilidades de servicios ecológicos y con ello las posibilidades de reproducir vida (Daly y Farley, 2004). La escala del sistema económico, entendida como volumen físico de rendimiento que permite medir las capacidades naturales del ecosistema para regenerar los insumos y absorber los desechos de materia y energía de baja entropía del sistema económico, permite entender las verdaderas posibilidades de crecimiento de los sistemas económicos: un sistema económico que crece indefinidamente es un sistema que se hace insustentable, es decir, es un sistema que pone en riesgo su supervivencia y permanencia en el tiempo, dado que son previsibles trastornos, colapsos, inestabilidades y discontinuidades (Manrique, 2009).

Al pasar del estudio de dos objetos separados (humanos y no-humanos) al estudio de la relación entre ellos, la economía ecológica determina un cambio en lo metodológico, por cuanto se trata de concentrar la mirada en las relaciones dentro de un único ecosistema en espacios y tiempos específicos. Ello implica salir de las concepciones atomísticas de los objetos de estudio de la ecología y la economía: evolucionista de los no-humanos vivos de la ecología y racional (atemporal) de los agentes de la economía, que se estudian mediante la teoría de los sistemas o el individualismo metodológico, para construir un método que las supere y dé cuenta de la interacción. Ello se justifica por: i) la subsunción del sistema económico a los sistemas naturales, lo cual, a su vez, están condicionados por la entropía de modo que se impide el flujo circular continuo regulado por el mercado; ii) la concepción compleja de la

² Para los humanos, el sentido del crecimiento económico viene dado por sus posibilidades de aumentar su bienestar, sin embargo, el bienestar –una condición psíquica, no física, una experiencia no una cosa– está atado tanto a los bienes y los servicios que produce el hombre como a los servicios ecológicos (Daly y Farley, 2004).

relación entre humanos y no-humanos representada por los flujos de balance de materiales; y iii) lo inconveniente de la valoración de la naturaleza, mediante juicios subjetivos de valor vueltos precios (Cortés Landázury, 2007).

Flujos entre sistemas, complejidad y reflexión sobre las formas de construir conocimiento (epistemologías) acerca de la relación entre humanos y no-humanos demarcan el rumbo de lo que debe ser el método de la economía ecológica: existe un acuerdo sobre su carácter intertransdisciplinar³ a partir de la convergencia de los campos del saber que tradicionalmente han estudiado la relación, y el impulso de la reflexión sobre la generación, el uso y la justificación del conocimiento y sus relaciones con lo político, lo económico y lo ecológico, de modo que la economía ecológica se presente como un “campo programáticamente abierto, pluralista y transdisciplinar de modo que contribuciones no relacionadas pueden aparecer como parte del campo” (Røpke, 2005, p. 285).

Acciones desde la economía convencional: raíces y propuestas

Los modelos de cambio climático de Nordhaus (DICE) y Stern (S-PAGE) pueden entenderse como aplicaciones del modelo de crecimiento de largo plazo desarrollado por Ramsey en 1928 y posteriormente revisado por Cass y Koopmans a mediados de los sesenta, el cual apunta a resolver el problema de elegir cuánto consumir y cuánto ahorrar en un horizonte de tiempo (no en un instante) en una economía con consumo y producción. El modelo considera que las familias (los consumidores) reciben un ingreso procedente de los rendimientos (positivos o negativos) de sus activos financieros y del

³ La transdisciplina es consecuente con el reconocimiento de que las disciplinas se han enfocado en dimensiones de las relaciones entre sus objetos de estudio y los sujetos que los estudian, por ello, para un conocimiento holístico que comprenda el universo un buen punto de partida es tratar de integrar esas partes conocidas de modo que emerja un nuevo conocimiento (Vilar, 1997).

trabajo que alquilan a las firmas y deciden qué parte de ese ingreso ahorran y qué parte consumen. Las firmas (los productores) venden lo que producen a un precio y les pagan salarios a los trabajadores y una tasa de alquiler al capital. Familias y firmas van al mercado y allí se equilibran precios de los productos, los salarios a la mano de obra y el alquiler del capital (Sala-i-Martin, 2000).

En este modelo, las familias tienen un comportamiento altruista respecto de su propia descendencia en el tiempo; así, se puede imaginar un padre de familia que vive en el periodo 1, pero que su felicidad (utilidad) no solo depende de su consumo, sino también de la felicidad que sus hijos alcancen que van a vivir en el periodo 2. Ahora bien, a pesar de ese altruismo (la felicidad de sus hijos afecta la propia felicidad del padre) el padre prefiere su propia felicidad a la de sus hijos, por lo cual descuenta (pondera) la felicidad de su hijo, de modo que se configura una función de utilidad de la siguiente manera (Sala-i-Martin, 2000):

$$U_1 = u(c_1) + \frac{1+n}{1+\rho} U_2 \quad [1]$$

Donde U_1 es la utilidad del padre, U_2 es la utilidad del hijo del periodo 2, $(1+\rho)$ es el descuento o ponderación que el padre le otorga a la utilidad de su hijo dentro de la propia utilidad; es cuánto importa la utilidad del hijo para la utilidad del padre. La cantidad de hijos que el padre tiene es $1+n$; nótese que si el padre tiene un solo hijo ($n=0$) es equivalente a decir que el padre valora más la utilidad de su generación que de la que sigue ($1 < 1+\rho$). De la misma manera, el hijo para la conformación de su utilidad tendrá en cuenta tanto su consumo que ocurre en el periodo 2 como la utilidad de su descendencia que ocurrirá en el periodo 3, así su función de utilidad será (Sala-i-Martin, 2000):

$$U_2 = u(c_2) + \frac{1+n}{1+\rho} U_3 \quad [2]$$

Al reemplazar U_2 en la ecuación original del padre [1] se obtiene [3]:

$$U_1 = u(c_1) + \frac{1+n}{1+\rho} u(c_2) + \left[\frac{1+n}{1+\rho} \right]^2 U_3 \quad [3]$$

De esta manera, aunque el padre vive en el periodo 1 y tiene en cuenta a sus propios hijos para su utilidad, es como si tuviera una función de utilidad en infinitos periodos ya que cada individuo al tener en cuenta su propia descendencia hace que la función se alargue un periodo más en una sucesión al infinito que puede expresarse de la siguiente manera:

$$U_1 = u(c_1) + \frac{1+n}{1+\rho} u(c_2) + \left[\frac{1+n}{1+\rho} \right]^2 u(c_3) + \dots + \left[\frac{1+n}{1+\rho} \right]^{t-1} u(c_t) \quad [4]$$

$$= \sum_{t=1}^{\infty} \left[\frac{1+n}{1+\rho} \right]^{t-1} u(c_t)$$

Esa ecuación [4] al expresarse como una función al infinito en tiempo continuo y reemplazar el tamaño de la descendencia por la población en cada instante de tiempo (L_t) se vuelve la función de utilidad de las familias del modelo:

$$\int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c_t) L_t dt \quad [5]$$

Las familias reciben ingresos provenientes de los rendimientos temporales (r_t) de sus activos financieros en cada periodo (B_t) y de los salarios de su trabajo (wL_t). De modo que las variaciones de los activos financieros (\dot{B}) pueden ser descritas como la diferencia entre los ingresos y el consumo: $\dot{B} = wL + rB - C$, esa es la restricción presupuestaria de los individuos que en términos per cápita (haciendo $b = B/L$; $n = L/L$) puede expresarse como:

$$\dot{b} = w + rb - c - nb \quad [6]$$

Así, el problema de la elección intertemporal de consumo de las familias puede expresarse como la maximización de la función de utilidad [5] sujeta a la restricción presupuestaria [6]:

$$\max U(0) \int_0^{\infty} e^{-(\rho-n)t} u(c_t) dt \quad s. a. \dot{b} = w + rb - c - nb \quad [7]$$

Las firmas del modelo combinan capital (K) y trabajo (L) para producir los bienes que venden y asumen los costos salariales del trabajo (w), de renta (r) y depreciación (δ) del capital. El problema de las firmas es maximizar su beneficio (π) que viene dado por la ecuación [8]:

$$\pi = F(K, L) - wL - (r + \delta)K \quad [8]$$

Para las condiciones de primer orden del problema se obtiene que el producto marginal del capital debe ser igual a la suma de la renta y la depreciación: $F_K = r + \delta$, mientras que el producto marginal del trabajo debe igualar al salario: $F_L = w$. Al llevar esas condiciones a su equivalente *per cápita*, es decir, en términos del capital por trabajador se obtienen las ecuaciones [9] y [10]:

$$r + \delta = f'(k) \quad [9]$$

$$w = f(k) - kf'(k) \quad [10]$$

Así, familias y empresas convergen en el mercado competitivo buscando maximizar consumo y beneficio dadas las condiciones impuestas: i) los salarios y los intereses que pagan las firmas son los salarios y los rendimientos que reciben las familias, ii) el precio que cobran las firmas por los bienes producidos son los mismos que pagan las familias y iii) existe equilibrio en el mercado financiero, es decir, los activos *per cápita* de las familias igualan el capital *per cápita* ($b = k$). Si se sustituye [9] y [10] en la restricción del consumidor [6] y si se reemplaza con la condición de $b = k$ se obtiene [11]:

$$\dot{k} = f(k) - c - (\delta + n)k \quad [11]$$

En esta ecuación, el capital *per cápita* varía en el tiempo (\dot{k}) según la cantidad producida: $f(k)$, el consumo: (c) y la depreciación agregada: $(\delta + n)k$ (aquella proveniente tanto de la depreciación física como del aumento de la población). Si se supone la función de utilidad es la de un individuo con aversión al riesgo y que tiende a consumir más o menos lo mismo en el tiempo, es decir: $U = \frac{c^{1-\theta}-1}{1-\theta}$, el problema se resuelve de la siguiente manera [12]:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} [f'(k) - \rho - \delta] \quad [12]$$

En esa ecuación [12], el crecimiento del consumo en el tiempo dependerá de un producto marginal creciente y en cuanto mayor sea la ponderación de las utilidades futuras menor será la tasa de crecimiento del consumo. Asimismo, existe una relación inversa entre el crecimiento del consumo y el parámetro θ que indica el deseo de suavizar el consumo en el tiempo, cuanto más cercano esté el parámetro a cero (0) mayor será el crecimiento del consumo y cuanto más se acerque a uno (1) menor será el crecimiento del consumo.

Así, las *propuestas de política* contra el cambio climático, que la economía convencional entiende como externalidad se pueden resumir en mitigación y adaptación con fórmulas más específicas: control de emisiones, secuestre de carbono, geoingeniería y adaptación (Kolstad y Toman, 2005). Esas políticas contra el cambio climático asumen como posibilidad formas de producción o consumo que permiten: reducir de emisiones de CO₂, alcanzar cotas máximas de emisiones de CO₂ o temperatura y el cobro de impuestos globales al carbono en el tiempo.

Para el MAS, en su forma más simple, la única solución que permite maximizar el consumo y reducir los impactos en el cambio climático es desacelerar el consumo. Se trata de reducir los impactos de cambio climático en el futuro cuando el valor presente es bajo. Un precio sombra impuesto, por ejemplo, un impuesto *pigouviano* reduce el consumo y, en consecuencia, el cambio climático. En este modelo, la acumulación de GEI no se afecta por política, dado que

el stock de recursos es limitado y eventualmente se agotaría. En el modelo que incluye daños en consumo y producción se sugiere que una política óptima reduce las emisiones, lo cual puede alcanzarse si se sustituye capital por energía (reducir la demanda de combustibles fósiles); sin embargo, los costos de ese capital siempre han de ser mayores que en ausencia de política de cambio climático (Kolstad & Toman, 2005).

Para el DICE, la propuesta de política es la implementación de impuestos al carbono producido por los gases de efecto invernadero (GEI), de manera que los precios de los combustibles fósiles se eleven tanto que los agentes opten por sustituir insumos y bienes finales por unos menos intensivos en emisiones de GEI. La trayectoria óptima de tasación arranca en 5 dólares por tonelada entre 1990 y 1999 y se eleva hasta 20 dólares para finales del siglo XXI. En una política de estabilización, la tasa puede elevarse hasta 100 dólares al inicio del siglo XXI y llegar a 80 dólares para finales del periodo (Nordhaus, 1992b).

En el S-PAGE 2002 se propone estabilizar la economía a concentraciones entre 450 y 550 ppm de CO₂ de modo que para el 2050 las emisiones debieran estar en un 25% de las de 2005. Dado que el nivel actual de concentración es 430 ppm de CO₂e y crece a razón de 2 ppm por año el logro sería consecuencia de una acción sostenida en el largo plazo con costos cercanos al 1% del PIB global, que es un precio menor comparado con los riesgos de la inacción; cuanto más se retrase la innovación en las tecnologías de energías bajo carbono y cuanto menos se aprovechen los instrumentos económicos más elevado será el costo de la estabilización (Stern, 2007).

Alcanzar esa estabilización pasa por una respuesta global efectiva que, en términos de política, debe contener: i) fijación del precio del carbono, aplicada por medio de impuestos, comercio de emisiones o regulación, ii) políticas de apoyo a la innovación y el despliegue de tecnologías bajas en carbono y iii) medidas para la eliminación de barreras a la eficiencia energética, y para informar, educar y

persuadir a las personas sobre lo que pueden hacer como respuesta al cambio climático (Stern, 2007).

Asimismo, por cuanto el problema se asume como externalidad de origen e impactos globales se propone que haya acuerdos globales que incluyan: i) comercio de emisiones de modo que se favorezca el flujo de dinero de ricos a pobres que permita la transición a energías bajas en carbono, ii) cooperación tecnológica mediante acuerdos formales que aumenten la inversión en innovación en todo el mundo, iii) medidas para reducir la deforestación por cuanto su contribución a las emisiones es mayor que el transporte y iv) adaptación ⁴ mediante la generación de mejor información, mejoras en la planificación y creando cultivos e infraestructuras más resistentes como forma de crear resistencia y minimizar los costos del impacto, especialmente en países en desarrollo donde se acentúa la presión sobre los recursos, muchos ya escasos (Stern, 2007).

Acciones desde la economía ecológica: raíces y propuestas

En la economía ecológica, el sistema económico es uno más de los sistemas de la biosfera y está inmerso en la tierra y en el universo como un todo. La biosfera, como sistema viviente del planeta, incluye los sistemas vivos, el medio físico y las interacciones entre ellos con lo cual se diluye la posibilidad de delimitar el “individuo racional” y el “flujo circular de la economía”, tanto en el espacio como en el tiempo, por cuanto las interacciones con el medio físico generan transformaciones en humanos y medio físico: racionalidad del individuo⁵, posibilidades de intercambio, cantidades de materia y energía disponible en el medio físico. Así, mudarse del sistema económico a la biosfera hace que los problemas del sistema eco-

⁴ Dado que las emisiones presentes y del pasado reciente tendrán efecto en las acumulaciones de las próximas décadas, el cambio climático próximo es inevitable.

⁵ Entendida como formas de acción, deliberación y argumentación a partir de valores e intereses de un individuo o un colectivo (Riechman, 2009).

nómico cambien a problemas de la biosfera que se resuelven en el entendimiento de las interacciones entre naturaleza y sociedad, no en la disponibilidad de recursos o en la racionalidad económica exclusivamente.

La economía ecológica propone entender esas interacciones bajo la dinámica coevolutiva de los sistemas de la biosfera. Los sistemas coevolucionan, si sus evoluciones (procesos de retenciones selectivas de variaciones renovables, donde confluyen procesos de variación, herencia y selección) son influenciadas por los procesos evolutivos ajenos. Esos procesos pueden darse en sistemas biológicos, sociales, organizaciones o instituciones y no necesariamente son armónicos; de hecho, pueden ser competitivos, parasitarios, predatorios o dominantes parasitarios y rige para todos los sistemas que se relacionan. La economía ecológica presenta cinco tipos de coevolución: biológica, social, genético-cultural, biosocial y socioecológica (Kallis y Norgaard, 2010).

- La coevolución *biológica* se refiere a las interacciones que se dan entre las especies diferentes a la humana entre los que se cuentan animales, vegetales o microorganismos.
- La *social* está referida a las interacciones entre grupos humanos y se refieren a aspectos como la tecnología y las instituciones, comportamientos de las industrias, el consumo, la demanda, poblaciones; industrias; organizaciones; percepciones; acciones y estrategias políticas.
- La *genético-cultural* referida a las interacciones entre la evolución de la cultura humana como construcción racional y los aspectos biológicos de la evolución de la especie humana, por ejemplo, relaciones entre el tabú del incesto y las mutaciones por apareamiento entre familiares, el lenguaje de señas y la sordera, es el reconocimiento que el comportamiento humano no solo está determinado por su composición biológica, sino también por las construcciones racionales colectivas.

- La *biosocial* se refiere a las interacciones entre las evoluciones humanas y no humanas para tender un puente entre las formas de actuar de los humanos y las dinámicas no humanas.
- Y la *socioecológica* que mira las interrelaciones entre las acciones humanas y los aspectos biofísicos del ambiente las cuales se revierten en condicionantes para la evolución del sistema social; en esta coevolución lo biofísico no está en evolución, su existencia se determina por los comportamientos humanos (Kallis y Norgaard, 2010).

La economía ecológica también reconoce que los ecosistemas y los sistemas sociales pueden incluirse dentro de los sistemas adaptativos complejos, por cuanto se definen en el comportamiento complejo resultante de las interacciones entre las partes del sistema o con el ambiente. Los sistemas adaptativos complejos modifican su comportamiento para adaptarse a los cambios del medio mediante la interacción con el medio y el aprendizaje. A su vez, las interacciones y los cambios en los sistemas y sus entornos determinan jerarquías anidadas, diversidad de las interacciones a escala y bucles de retroalimentación, lo que implica altos grados de complejidad y comportamientos no-lineales que dificultan la predicción mediante modelos de equilibrio general con trayectorias predefinidas (Rammel, Stagl y Wilfing, 2007).

La mirada a través de sistemas adaptativos complejos implica adoptar principios categoriales como: variabilidad, adaptación, incertidumbre, no-linealidad, resiliencia, trayectoria y autorganización para el entendimiento de los procesos coevolutivos y la emergencia de los patrones en los diferentes niveles jerárquicos y en las distintas escalas espacio-temporales, los cuales contribuyen a la generación de marcos conceptuales para la pequeña escala replicables en patrones de mayor escala (Rammel, Stagl y Wilfing, 2007). De esta manera, coevolución, bucles de retroalimentación y redundancia se convierten en características propias de los sistemas que interactúan en contraposición de la maximización y la optimización

racional económica como alternativa única para la toma de decisiones de las organizaciones humanas.

A su vez, adaptación y escala permiten intuir que los sistemas no tienen una permanencia infinita, al menos, no en la forma como surgieron; en general, sistemas grandes con componentes de corta duración son más adaptables que aquellos de componentes muy perdurables donde la adaptación es lenta lo que fragiliza el sistema y atenta contra su existencia. Ello resulta en que el problema de la escala no es definir una escala óptima de cuánto puede crecer la economía dados capital y trabajo, si no cuál es la escala que permite la permanencia en el tiempo del sistema, dadas las condiciones ambientales y los procesos propios del sistema, reconociendo la interacción con el medio y las transformaciones del sistema económico y de la biosfera (Manrique, 2009).

De acuerdo con estos principios, se encuentran los siguientes modelos: modelo integrado de análisis ambiental (MIAA, Daniels, 2010), modelo coevolutivo para el análisis del cambio sociotécnico (MCEST, Foxon, 2011) y perspectiva para el análisis desde la economía ecológica (PAEE, Bina y La Camera, 2011) de la economía ecológica pueden entenderse como aplicaciones de coevolución, sistemas adaptativos complejos y escala.

En esos modelos, las acciones propuestas apuntan más a volver a entender las relaciones entre individuos, sociedad y naturaleza en espacio y tiempos específicos; de igual forma, en estos modelos se deben incluir el riesgo y la incertidumbre (la posibilidad de cambio impredecible), como criterios para el análisis de las relaciones mencionadas, ya que son necesarios para la formulación de políticas contra el cambio climático. Asimismo, las relaciones deben ser concebidas como medios para alcanzar unos fines dinámicos que también se construyen en la relación entre individuos, humanos y sociedad.

En el MIAA se proponen tres tipos de acciones para combatir el cambio climático: unas para generar conocimiento, otras para forzar el

cambio y otras para fomentar el cambio desde el interior humano. En el *primer grupo* se propone: i) investigar sobre los impactos: las respuestas *kármicas* de la naturaleza de la tecnología en actividades económicas específicas; ii) investigar sobre las verdaderas condiciones que hacen que las personas y la sociedad sean más felices (*welfare, well-being*); iii) generar nuevos indicadores para evaluar la política (contra el cambio climático). En el *segundo*: iv) ajustar los precios del mercado de manera que incorporen la interdependencia costo-beneficio entre la producción y el consumo; v) ampliar el apoyo y la financiación de la tecnología para minimizar las fuentes del cambio climático y otras presiones; vi) asistencia y política internacional para el crecimiento del bienestar y la mínima perturbación en los países pobres. Y en el *tercero*: vii) persuasión moral, educación, política social y apoyo mediático y viii) cambios en los roles individuales como productores (Daniels, 2010).

El MCEST y en general los análisis sistemas coevolutivos enfatizan en la incertidumbre, la dependencia de la trayectoria y la naturaleza acumulativa del cambio en los sistemas que coevolucionan y sugieren limitaciones estructurales de los cambios. Sin embargo, también dan relevancia al papel que desempeña la agencia de los actores que posibilita que cambios en un sistema pueden resultar en cambios (esperados o no) en otro sistema con posibilidades de desenganche de la dinámica antecedente.

Así, este modelo debe permitir el análisis de la trayectoria hacia una economía sustentable de bajo carbono en relación con: i) los niveles de coevolución micro, meso y macro donde puede producirse la coevolución, es decir los procesos evolutivos se producen dentro de cada uno de los cinco sistemas, pero la dinámica evolutiva en un sistema influye causalmente en los otros sistemas; ii) las fronteras y la geografía; permitiendo la aplicación local, regional, nacional o global por cuanto los cambios de la sociedad se condicionan por los servicios ecosistémicos en diferentes escalas; iii) el poder y las desigualdades gracias a la incorporación de ideas institucionalistas que de alguna manera incorporan *poder* en las selecciones, en particular,

la presión ejercida por las empresas para cambiar regulaciones para apoyar negocios particulares, estrategias o aplicaciones tecnológicas pueden constituir una importante influencia causal; y iv) las tasas de cambio y de crisis de manera que no son esperables cambios graduales e incrementales, pero sí es plausible transiciones multinivel por innovación y rápida propagación tecnológica o de estrategias de negocios y crisis precipitada por los cambios sociales, económicos o ecológicos exógenos al sistema de interés (Foxon, 2011).

Para la PAEE, una mayor equidad en los seres humanos no se logra con “igualdad de oportunidades”, sino que depende de libertades sustantivas (*capabilities*) para escoger y hacer operacionales las opciones que la vida y la sociedad ofrecen. El desarrollo debe considerarse como ampliación de esas libertades, al tiempo que debería garantizar el derecho a un conjunto mínimo de medios para satisfacer las necesidades y un mínimo de calidad de vida. De allí la necesidad de una noción de justicia más amplia que reconozca como premisas los límites al crecimiento, la escasez absoluta de los recursos naturales y la irreversibilidad de los impactos del crecimiento en los ecosistemas y que supere la concepción dual de hombre-naturaleza (Bina y La Camera, 2011).

La PAEE también propone una idea de justicia capaz de abarcar la dimensión ambiental y, en consecuencia, el derecho de cada ser humano para acceder a una porción igual de recursos naturales, a una tasa igual de polución per cápita probable y al beneficio de un conjunto de opciones, según los fines y los valores de cada uno. De este modo, el bien común no se confunde con crecimiento económico y consumo de bienes y servicios; en cambio, se asimile a aquella forma de vida definida a través de los objetivos y los valores discutidos en sistemas democráticos participativos. Las dimensiones éticas y morales de la relación entre humanidad y ambiente deben ser centrales en esta discusión (Bina y La Camera, 2011).

Los giros propuestos (mecanicismo-coevolución, cantidad-calidad y Pareto-justicia) proponen un cambio en la *formulación de los problemas y, en consecuencia, la búsqueda de los soluciones* (medios y

fines), mediante el abandono de las ideas convencionales de que: i) el problema económico, en un contexto de crisis, es la combinación eficiente (verde) en el mercado de todos los medios para alcanzar el crecimiento como fin último de la sociedad y, como resultado, alcanzar el máximo posible de bienestar (*well-being*); ii) la justicia es el resultado esperado de una redistribución por medio de la igualdad de oportunidades y del efecto goteo; y iii) la sostenibilidad está asegurada como resultado del capitalismo ecoeficiente (Bina y La Camera, 2011).

En cambio, la perspectiva holística que asume la complementariedad de los factores productivos limita los medios a uno solo: la sostenibilidad ambiental, y considera como fin último un desarrollo que abarca las dimensiones morales de las relaciones entre humanidad y ambiente. Asimismo, abandona la “igualdad de oportunidades” y se muda a la conceptualización de igual estatus (*equal status*) para cada ser humano, al tiempo que enfatiza las dimensiones éticas del bien común y el bienestar (*well-being*) de la comunidad como bases de la justicia (Bina y La Camera, 2011).

Visiones, concepciones y sus relaciones

En este punto se reconoce que cada persona de ciencia tiene sus propias visiones preanalíticas que sesgan su forma de enfrentar el proceso investigativo, por cuanto está influida por elementos subjetivos, racionalizaciones e ideologías, las cuales, al pasar por el filtro analítico (el proceso de generación de conocimiento), permiten que el conocimiento se vuelva más objetivo lográndose el descubrimiento y la validación en el trabajo científico (Schumpeter, 1971). En la visión se inicia la relación del investigador con el problema (Farley, Erickson y Daly, 2005); ella permite la selección del problema y la identificación de las propiedades fundamentales del fenómeno.

Este primer momento condiciona las posibilidades sensoriales, pero se modifica en la medida en que se supera lo sensorial (la observación) y se pasan a consideraciones racionales que permiten

un entendimiento superior (el ser mismo del asunto) del problema planteado y la valoración (qué tan buenas son) de las soluciones (Covarrubias, 2007). Entonces, la visión desempeña un papel preponderante no solo en las formas de problematizar, sino también en las soluciones halladas y en las nuevas problematizaciones, así, es difícilmente esperable que bajo una misma visión o concepción preanalítica se establezcan nuevas soluciones (Schumpeter, 1971; Farley, Erickson, y Daly, 2005).

En ese sentido, la economía convencional ha crecido en el estudio de las relaciones entre los agentes que componen el flujo circular las cuales tienen sustento en la elección racional de consumidores y productores. Sin embargo, el advenimiento de los descubrimientos sobre variaciones en la temperatura y su relación con la actividad económica pudiera configurar una variable que determine nuevas relaciones de la economía y nuevos esquemas de consumo y producción. De esta manera, los modelos contra el cambio climático inician su configuración con las siguientes visiones.

El sistema económico de la economía convencional está conformado por individuos racionales que intercambian bienes y servicios, capital, mano de obra y dinero. Están agrupados en consumidores que maximizan su bienestar, productores y sistema financiero que maximizan su beneficio y gobierno que redistribuye mediante impuestos que cobra a los productores y entrega como subsidios a los consumidores. Ese sistema permite los mejores intercambios en tanto haya competencia perfecta.

Los individuos a los que se refiere la economía convencional actúan según la racionalidad económica y disponen de perfecta información para su toma de decisiones. Esa racionalidad sugiere que de aclararse los precios y los costos en el sistema económico el individuo que maximiza su bienestar tomará siempre la mejor decisión independiente del tiempo y el espacio, es decir, el criterio para decidir es invariable. Para el caso del cambio climático aclarar cómo es el daño por las emisiones de GEI en la economía permitiría la (mejor) elección racional intertemporal sobre el consumo y la producción.

De allí que la economía convencional proponga apoyarse en los descubrimientos de las ciencias del clima acerca de la relación entre emisiones de GEI (y la conversión de todas a CO₂ equivalente), acumulación, efecto invernadero, cambios en temperatura y en fuerza radiativa para la construcción de las funciones de daño.

Esas visiones permiten que los modelos de la economía convencional asuman la posibilidad de identificar una senda óptima de consumo que establezca el sistema económico, de manera que pueda seguir funcionando con crecimiento. Para el DICE y el MAS esa senda puede hallarse en una aplicación del modelo de Ramsey al que se incorpora daño en producción y bienestar; en el S-PAGE 2002, aplicado en el informe Stern, la senda óptima es aquella que mantiene la concentración de GEI por debajo de 550 ppm. Con base en esta mirada, los modelos de la economía convencional asumen la utilidad (la medida del bienestar de la sociedad) como función del consumo, el crecimiento económico como objetivo de la economía y la posibilidad de un estado estacionario. La función de bienestar se asimila a la suma de los bienestares (utilidades) de los individuos con lo que no existe diferencia entre la población. El crecimiento de la economía se debe al criterio maximizador del productor y al mayor consumo, consecuencia de mejores ingresos y más población. Alcanzar el estado estacionario se asocia a la posibilidad de alcanzar un máximo bienestar y mantenerse allí.

Esa visión permite que para la economía convencional, las emisiones de GEI, que son las generadoras del cambio climático se consideren externalidades que pueden entenderse en la diferencia entre el precio (costo privado) de quemar el carbono y el costo social de este se caracterizan por: i) ser globales en sus orígenes y sus impactos; ii) tener algunos efectos de muy largo plazo y se rigen por procesos *flow-stock*; iii) existir alto grado de incertidumbre en la mayoría de los pasos que seguir por la comunidad científica; y iv) los efectos son potencialmente enormes y, muchos irreversibles (Pindyck, 2013; Kolstad y Toman, 2005; Stern, 2008). En esa lógica, la solución al problema es incluir la externalidad en la producción

y el consumo (temporales), para hallar el costo de esa externalidad o calcular la diferencia entre el costo privado y el costo social de modo que la política para combatir el cambio climático sea tasar las relaciones de producción y consumo, de alguna manera, para que incluya ese costo calculado.

Así, el modelo DICE permite estimar una senda óptima para la inversión y la reducción de emisiones, de modo que la trayectoria resultante puede interpretarse como la ruta más eficiente para desacelerar el cambio climático, con insumos y tecnología dados o también como una solución de mercado en el cual se han corregido las externalidades mediante el uso de precios sociales adecuados para GEI (Nordhaus, 1992b).

Por su parte, el MAS permite describir los fundamentales del problema económico del cambio climático mediante la captura de los efectos de las actividades humanas en el clima y los efectos del cambio climático en el bienestar humano (Kolstad y Toman, 2005). El informe Stern calcula los impactos del cambio climático en la economía global en el tiempo, mediante la conjunción de una función de bienestar y los cálculos del S-PAGE 2002 para el calentamiento y los beneficios de una reducción de emisiones (Stern, 2007).

En cambio, como la economía ecológica propone el estudio integrado de los sistemas vivos y el medio físico, sus modelos de cambio climático parten de una mirada alternativa del sistema económico, la racionalidad de los individuos, la relación con otras disciplinas, el tipo de modelos que plantea para la abstracción de las relaciones entre humanos y no-humanos y las soluciones *a priori* para el problema del cambio climático.

El sistema económico de la economía ecológica es uno más dentro de la biosfera donde confluyen individuos para transar materia y energía en forma de bienes y dinero. El intercambio de bienes por dinero no permite la existencia de un sistema de precios que refleje el valor real y los costos de todos los insumos, porque en el sistema fluyen bienes con poco o ningún trabajo humano que provienen de

la relación de ese sistema económico con la naturaleza donde se intercambian bienes por desechos o bienes con poca posibilidad de generación energética. Así, la naturaleza es la limitación al crecimiento infinito, es el ámbito de actuación del sistema económico, es la proveedora de bienes no sustitutos, es generadora de condiciones para las relaciones bidireccionales entre humanos y no-humanos, es el medio donde transcurre la vida de los sistemas vivos. Su dinámica de transformación tiene ritmos variables dependiendo de las interacciones de sus sistemas.

En los modelos de la economía ecológica los humanos no tienen una racionalidad única, invariable, que dependa exclusivamente de la perfecta información. Los individuos toman decisiones según distintos criterios que también pueden variar. Así, en diferentes espacio-tiempos, ante las mismas elecciones se pueden dar diferentes jerarquizaciones en el mismo individuo como consecuencia del aprendizaje de sus propias experiencias y de las interacciones que se presentan entre los otros individuos y con el medio no humano. Ello implica la posibilidad de hacer consciencia de las relaciones sociedad-naturaleza y cambio climático de modo que la racionalidad en las decisiones de producción y consumo y en las otras relaciones entre humanos y no humanos favorezca la persistencia de la sociedad.

Dado que el foco de estudio de la economía ecológica es la relación entre humanos y no-humanos, se propone que para el entendimiento de esas relaciones haya que asirse de otras disciplinas que por un lado permiten entender la coevolución y por otro permiten entender el *behaviour* del ser humano en un sentido más allá del *homoeconomicus*, entonces son bienvenidas las posturas de la sociología, la antropología, la política, la psicología, la biología y las ciencias del clima. Ello hace que existan dinámicas que no se pueden reducir a una estructura funcional formal, porque la modelación de los sistemas pasa por la integración de varios tipos de información relacionada. Por lo tanto, la representación puede ser específica a cada caso dependiendo de tiempo, espacio y nivel.

Asimismo, son posibles relaciones binarias, recíprocas y circulares entre los elementos de los sistemas seleccionados y entre los sistemas que pueden ser de diferente tipo: comportamientos, seres, resultados.

Los modelos de cambio climático de la economía ecológica consideran plausible superar el cambio climático cambiando las formas en que se relacionan los humanos con la naturaleza, lo que se traduce en una identificación de las interrelaciones entre varios sistemas reconocibles en la biosfera de los que puede desconocerse su accionar, asimismo, es plausible cambiar fines y medios de la sociedad no solo restringiendo el sistema económico (generación de incentivos económicos: impuestos, costos internalizados), sino también mediante cambios en la racionalidad, entonces maximización e individualismo pueden cambiar como formas de entender (y hacer) el ser humano.

Así, para la economía ecológica el cambio climático, cuyo síntoma es la elevación de la temperatura es el resultado de las interacciones entre humanos, sociedad(es) y ambiente, entonces, el problema de investigación tiene que ver con el entendimiento de las relaciones y las dinámicas que han determinado el estado actual de la sociedad con cambio climático en la naturaleza, de modo que se pueda actuar sobre las causas y desde allí proponer acciones de política. En otras palabras, habría que conocer las verdaderas fuentes del bienestar y el cómo la búsqueda de ese bienestar presiona el entorno natural y la vida de los humanos, lo cual implica entender el ser y sus relaciones, cómo eso se traduce en consumo, producción y otras presiones y como ello resulta en los arreglos, prioridades y jerarquías que rigen el mundo.

En específico, el MIAA busca entender las causas de la formulación de objetivos que direccionan los comportamientos humanos y sociales como una manera de entender la relación entre combustibles fósiles y crecimiento económico que determina el aumento de emisiones de GEI de origen antrópico generadoras del cambio climático (Daniels, 2010). Por su parte, el MCESTE apunta a explicar el

camino hacia una sociedad con energías que sustituyan las actuales (Foxon, 2011). La PAEE apunta a la formulación de un marco alternativo de análisis que permita superar las propuestas de mitigación y adaptación contra el cambio climático provenientes de la economía convencional, entendiendo que existen limitaciones al crecimiento asociadas con la complementariedad de los factores productivos (el capital fabricado por los humanos no sustituye el natural) y que las relaciones entre sociedad y naturaleza pueden ser diferentes a las planteadas por la economía convencional (Bina y La Camera, 2011).



Referencias

- Baumgärtner, S., Becker, C., Frank, K., Müller, B. y Quaas, M. (2008). Relating the philosophy and practice of ecological economics: The role of concepts, models, and case studies in inter- and transdisciplinary sustainability research. *Ecological Economics*, 67(3), 384-393.
- Bina, O. y La Camera, F. (2011). Promise and shortcomings of a green turn in recent policy responses to the “double crisis”. *Ecological Economics*, 70, 2308-2316.
- Capra, F. (1998). *El punto crucial*. Buenos Aires: Troquel.
- Carpintero, O. (2009). Introducción: la economía ecológica como enfoque abierto y transdisciplinar. En S. Álvarez Cantalapiedra y Ó. Carpintero (Edits.), *Economía Ecológica: reflexiones y perspectivas* (pp. 11-33). Madrid: Círculo de Bellas Artes.
- Common, M., y Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. Barcelona: Reverté.
- Cortés Landázury, R. (2007). A propósito de la relación economía-medio ambiente: un balance crítico sobre las convenciones y tensiones epistémicas de la disciplina. *Cuadernos de Economía*, 47, 223-246.
- Covarrubias, A. C. (2007). El cuarto nivel de la intencionalidad de Bernard Lonergan. En ISEE, *Libro Anual del ISEE* (pp. 77-114). México: Instituto Superior de Estudios Eclesiásticos.
- Daly, H. y Cobb, J. (1997). *Para el bien común. Reorientando la economía hacia la comunidad, el ambiente y el futuro sostenible*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica.
- Daly, H. y Farley, J. (2004). *Ecological economics: Principles and applications*. Washington D.C.: Island Press.
- Daniels, P. L. (2010). Climate change, economics and Buddhism –Part I: An integrated environmental analysis framework. *Ecological Economics*, 69, 952-961.
- Farley, J., Erickson, J. D. y Daly, H. E. (2005). *Ecological Economics. A workbook for problem-based learning*. Washington: Island Press.

- Field, B. C. (1998). *Economía Ambiental. Una introducción*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Foxon, T. J. (2011). A coevolutionary framework for analysing a transition to a sustainable low carbon economy. *Ecological Economics*, 70 , 2258-2267.
- Georgescu-Roegen, N. (1996). *La ley de la entropía y el proceso económico*. Buenos Aires: Fundación Argentaria. Visor.
- IPCC (2007). *Cambio climático 2007. Informe de síntesis*. Ginebra: IPCC.
- IPCC (2014a). *Clima Change 2014. Synthesis Report*.
- IPCC (2014b). *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*. New York: WMO. UNEP. Cambridge University Press.
- Kallis, G. y Norgaard, R. B. (2010). Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics*, 69, 690-699.
- Kolstad, C. D. y Toman, M. (2005). The Economics of Climate Policy. En K. G. Mäler y J. R. Vincent (Edits.), *Handbook of Environmental Economics* (vol. 3, pp. 1561-1618). Elsevier.
- Maldonado, J. H. (2008). *Economía de los Recursos Naturales: aplicaciones de la economía computacional a la solución de los problemas dinámicos*. Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Manrique, N. (2009). Estado del arte de la economía ecológica: tesis centrales. *Economía Autónoma*, 3, 113-130.
- Martínez Alier, J. y Roca Jusmet, J. (2001). *Economía Ecológica y Política Ambiental* (2ª ed.). México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Naredo, J. M. (2003). *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico* (3ª ed.). Madrid: Siglo XXI de España.
- Nordhaus, W. D. (1992a). *The "DICE" Model: Background and Structure of a Dynamic Integrated Climate Economy Model of Global Warming*. New Haven: Yale University.
- Nordhaus, W. D. (1992b). An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases. *Science*, 258, 1315-1319.
- Pindyck, R. (2013). Climate Change Policy: What Do the Models Tell Us? *Journal of Economic Literature*, 51(3), 860-872.
- Rammel, C., Stagl, S. y Wilfing, H. (2007). Managing complex adaptive systems – A co-evolutionary perspective on natural resource management. *Ecological Economics*, 63, 9-21.

- Riechman, J. (2009). Por una teoría de la racionalidad ecológica. En S. Álvarez Cantalapiedra y Ó. Carpintero (Edits.), *Economía Ecológica: reflexiones y perspectivas* (pp. 169-213). Madrid: Círculo de Bellas Artes.
- Rojas Diéguez, J. J. (2007). *Entropía: Un breve esbozo*. Guatemala: Facultad de Ingeniería (Universidad Rafael Landívar).
- Røpke, I. (2005). Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Ecological Economics*, 55, 262-290.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Schumpeter, J. A. (1971). *Historia del Análisi Económico*. Barcelona: Ariel.
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stern, N. (2008). The Economics of Climate Change. *American Economic Review: Papers & Proceedings*, 98(2), 1-37.
- Vilar, S. (1997). *La Nueva Racionalidad. Comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*. Kaidós. Barcelona.
- Xepapadeas, A. (2009). Ecological Economics: Principles of Economic Policy Design for Ecosystem Management. En S. A. Levin (Ed.), *The Princeton Guide to Ecology* (pp. 740-747). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.