

00821  
91 a



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ECONOMÍA

---

---

MACROECONOMÍA AMBIENTAL: MODELO  
IS-LM-EE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

PRESENTA:  
CARLOS ANDRÉS LÓPEZ MORALES



**ASESOR DE TESIS:**  
DR. AMÉRICO SALDÍVAR VALDEZ

**SINODALES:**  
ELOISA ANDJEL SHOUBA  
HUGO CONTRERAS SOSA  
BENJAMÍN GARCÍA PÁEZ  
EDUARDO LORÍA DÍAZ  
AMÉRICO SALDÍVAR VALDEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, DF, MARZO DE 2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# **Macroeconomía ambiental: modelo IS-LM-EE**

**Carlos A. López Morales**

---

## Macroeconomía ambiental: modelo IS-LM-EE

<b>Introducción</b> .....	6
---------------------------	---

### I. Macroeconomía y sustentabilidad ambiental

A. Visión pre-analítica: elemento crítico .....	16
B. La sustentabilidad como problema macroeconómico .....	25
C. Macroeconomía, escala y sustentabilidad .....	28
D. La política macroeconómica y la gestión ambiental: hacia la integración de políticas .....	33

### II. Teoría macroeconómica y medio ambiente: modelo IS-LM-EE

A. Modelo base: IS-LM para economía cerrada .....	39
B. IS-LM y largo plazo: la crítica considerada .....	45
C. La propuesta para "enverdecer" la macro: la curva de equilibrio ecológico y el modelo IS-LM-EE .....	55
D. Implicaciones del modelo y política macroeconómica: la "posición Heyes" .....	65

### III. Extensiones al modelo IS-LM-EE

A. Recursos sustitutos vs. Recursos complementarios .....	71
B. Crítica al IS-LM-EE: la "posición Lawn" .....	76
C. Macroeconomía ambiental para economía abierta: IS-LM-BP-EE .....	90
D. Reinterpretación del IS-LM-EE para economía abierta .....	98

---

d

Contenido

---

<b>Apéndice 3.1 El debate sobre los recursos: la controversia</b>	
Georgescu-Roegen/Daly Vs. Solow/Stiglitz .....	108
<b>IV. Implicaciones generales de política</b>	
A. Economía ecológica, macroeconomía ambiental y recomendaciones de política .....	114
B. Marco de Tinbergen para la política macroeconómica .....	117
C. Crecimiento en el producto o sustentabilidad ambiental: el enfoque de la pérdida social .....	124
D. Política de gestión ambiental .....	129
<b>V. Conclusiones</b>	
A. Macroeconomía ambiental: ¿Tenemos las prioridades correctas? .....	137
B. El modelo IS-LM-EE: un dilema en la formulación de políticas .....	142
C. Hacia una agenda de investigación .....	145
D. Mas allá del modelo IS-LM-EE .....	148
<b>Bibliografía</b> .....	153

*Macroeconomía ambiental: modelo IS-LM-EE* forma parte de los siguientes proyectos de investigación:

*Dilemas y perspectivas del desarrollo sustentable en México. Teoría y práctica de la política ambiental.* Coordinado por el Dr. Américo Saldívar e inscrito en el Programa de Becas de Licenciatura. La tesis estuvo incorporada a este proyecto de marzo a agosto de 2001. Durante este período se realizó la investigación bibliográfica que permitió la elaboración del guión definitivo.

*México-Estados Unidos: credibilidad macroeconómica en economías abiertas.* Coordinado por el Lic. Eliezer Morales y el Mtro. Fernando Talavera con clave DGAPA IN-308798. La tesis está incorporada desde octubre de 2001. Durante el periodo de este proyecto se realizó la redacción de la mayor parte del trabajo.

La participación en ambos proyectos permitió la identificación del vínculo entre macroeconomía y sustentabilidad ambiental. Por tratarse de un campo de estudio reciente, con las dificultades que ello implica, la realización de las distintas actividades relacionadas con cada uno de los proyectos fueron determinantes para la realización de esta tesis. Por esta razón, considero pertinente agradecer el apoyo y amistad de los profesores Américo Saldívar, Fernando Talavera y Hugo Contreras. Las enseñanzas e incentivos brindados en los cubículos enriquecen y complementan a la formación en el aula. Sin duda, la tesis no hubiera sido posible sin el apoyo de estos profesores. De igual forma, agradezco los valiosos comentarios vertidos por los sinodales en el proceso de preparación del examen profesional.

# INTRODUCCIÓN

La percepción y el entendimiento de las características de la relación que guarda la actividad económica con su medio natural resultan esenciales en el proceso de formulación e implementación de medidas de política para el tratamiento y eventual solución de los problemas ambientales. El medio académico ha optado por la definición del “desarrollo sustentable” (DS) como referente a esa percepción y a dicho entendimiento. La construcción teórica que desde la ciencia económica ha tenido lugar en las décadas inmediatas ha enfocado los objetivos en la particularidad de tal forma de desarrollo humano, en particular económico. Así, desde que los límites al crecimiento fueron percibidos (particularmente en la década de los setenta) la sustentabilidad del desarrollo económico se ha establecido como meta de política nacional para el largo plazo, lo que no niega la posibilidad de la utilización e implementación, en un horizonte temporal inmediato, de instrumentos, herramientas y políticas que coadyuven al logro de tan anhelado objetivo. El papel de la construcción científica, en su dimensión social, económica y política, es el de definir a cabalidad las condicionantes de tal forma de desarrollo y el de encontrar, a través de la investigación teórica y empírica, las relaciones causales entre los diversos agentes que lo afectan.

Entre las distintas escuelas de tratamiento económico de los problemas ambientales se destacan, por su generalidad y aceptación paradigmática, las llamadas “economía ambiental” y “economía ecológica”. En estos años asistimos a un debate fundamental al interior de estas escuelas de pensamiento en cuanto a la definición de los principios rectores del DS. Con este debate se distinguen las particularidades de cada una de las escuelas, sus puntos en común y sus puntos de distinción al tiempo de proveer, a la par del desarrollo literario y científico de la teoría, de instrumentos, definiciones, conceptos y, en general, fundamento al diseño, formulación e implementación de las medidas de gestión ambiental que caracterizan la lucha de los gobiernos en la senda hacia la sustentabilidad.

El desarrollo teórico hacia la fundamentación científica del DS ha permitido la evolución de los instrumentos de política ambiental en una dirección fácilmente identificable: reducir el impacto ambiental de la actividad económica. Ello debido tanto al reconocimiento de la finitud del acervo de recursos y de los impredecibles efectos

ecológicos de la elevada contaminación, como a la ponderación de la variable 'medio ambiente' como elemento indispensable en el bienestar económico y social de los pueblos que habitan el planeta. Un medio ambiente degradado no ayuda en la solución de los problemas económicos de los pueblos, sino que, por el contrario, complica su tratamiento y eventual solución. De hecho, a partir de las cumbres mundiales promovidas por la Organización de Naciones Unidas (ONU), entre las que se cuentan a la Cumbre de la Tierra de Naciones Unidas de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, y a la Cumbre sobre Desarrollo Sustentable de 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica, la sociedad internacional ha definido al DS como el desarrollo que permite la elevación de la calidad de vida de los pueblos del mundo sin utilizar recursos mas allá de las capacidades del planeta para su provisión.<sup>1</sup>

El desarrollo teórico y científico que da fundamento al DS está establecido en esa dirección. La discusión que desde la ciencia económica se lleva a cabo abarca desde las implicaciones estrictamente económicas y políticas hasta las cuestiones éticas que tal objetivo implica. Se reconocen, entonces, las dimensiones microeconómicas, políticas, de organización institucional, sociales y aún filosóficas del asunto. El desarrollo literario en el tema, en particular el de la década de los ochenta y noventa, así lo demuestra.<sup>2</sup> Se suele decir, por ejemplo, que el problema ambiental es un problema de información económica en la toma de decisiones, con referencia particular al mecanismo de los precios. La solución, entonces, pasa por la inclusión o, más precisamente, la "internalización" de los costos ambientales en los precios, de suerte tal que exista en el mercado la información pertinente que posibilite la eficiente asignación y distribución de recursos que asegure la sustentabilidad ambiental de la economía. Existe, al mismo tiempo, una dimensión ética-económica intergeneracional del asunto. El DS debe, en este aspecto, posibilitar que las generaciones presentes satisfagan sus necesidades sin que ello represente una disminución de la capacidad futura para satisfacer las necesidades de las generaciones venideras, aquellas que no participan aún en el mercado.

<sup>1</sup> "Sustainable development calls for improving the quality of life for all of the world's people without increasing the use of our natural resources beyond the earth's carrying capacity." (ONU, 2001). Es importante mencionar que esta definición es distinta a la propuesta por la Comisión Brundtland en la década de los ochenta, la cual hacía énfasis en las capacidades intergeneracionales para lograr la satisfacción de las necesidades respectivas.

<sup>2</sup> En estos años se da el surgimiento de *journals* especializadas desde distintas percepciones de la naturaleza de la relación (economía ambiental, economía ecológica, economía política, etc.).

---

Se requiere, paralelamente, de un desarrollo institucional *ad-hoc* que permita la asimilación pública-gubernamental del compromiso ambiental. Las legislaciones nacionales, entonces, deben al menos reconocer el derecho de los pueblos a un medio ambiente de calidad que no reste en su bienestar. El debate político en cuanto a los sistemas de organización pública requeridos privilegia los sistemas democráticos, en particular los "participativos", como condición necesaria para el respeto al compromiso público en cuestión ambiental. Se requiere, en este sentido, de cierta "profundización institucional" en los tópicos ambientales, es decir, una división clara de las dependencias (y del presupuesto asignado) de acuerdo a la complejidad de la problemática ambiental. En la medida que una especialización organizacional de las dependencias tenga lugar, la profundización institucional permitirá una mejor detección de los problemas ambientales específicos y de sus posibles soluciones.

El desarrollo institucional y teórico de las cuestiones relacionadas a la sustentabilidad ambiental del desarrollo económico y humano permite caracterizar de manera general lo hecho hasta el momento. En los últimos años el DS involucra dos aspectos fundamentales: el económico, en donde se busca la internalización de los costos ambientales en los precios de mercado; y el político, en el que se pondera al desarrollo institucional en materia ambiental que permita la implementación de instrumentos de política y gestión. La búsqueda del DS está entonces caracterizada por el desarrollo de medidas de regulación económica que disminuyan el impacto ambiental de la actividad humana y por el desarrollo institucional que permita la implementación de dichas medidas.

Existe, sin embargo, una dimensión no explorada que se relaciona íntimamente con los tópicos de sustentabilidad ambiental: la macroeconómica. Es decir, el aspecto económico identificado y privilegiado hasta el momento es, esencialmente, microeconómico. Tanto las herramientas teóricas como su campo de acción impiden que el tratamiento económico traspase la barrera microeconómica hacia horizontes más amplios. Ello refleja, como veremos en esta tesis, la elección de una visión particular de la relación de la economía con su medio ambiente. Desafortunadamente, dicha visión particular resulta incompleta en proveer un entendimiento cabal de dicha relación y, por ello, los resultados

que de ella derivan resultan insuficientes. Es decir, dado el objetivo 'desarrollo sustentable' y sus características e implicaciones, las herramientas de tratamiento económico no abarcan la totalidad del problema, por lo que fallan en su resolución. Ello sucede con los esfuerzos de la economía convencional, en su rama 'economía ambiental', de asignar un valor monetario al medio ambiente. También ocurre con la propuesta de crear mercados allí donde no los hay, con el sentido de que la asignación de recursos resultante solucione los problemas.

Ello refleja la imposibilidad de resolver un problema en extremo complejo y amplio con mecanismos particulares aplicables únicamente a actividades económicas específicas, imposibilitando un tratamiento general y agregado. La exploración de la dimensión macroeconómica de la sustentabilidad se configura como necesaria toda vez que el análisis microeconómico, si bien permite la evaluación del impacto ambiental de una actividad individual, no informa del impacto ambiental de la actividad económica en su conjunto, esto es, del impacto ambiental de la macroeconomía. El reconocimiento de la dimensión macroeconómica de la sustentabilidad se da al inicio de la década de los noventa en el seno del paradigma de la llamada "economía ecológica". A través de Herman Daly, notable economista ecológico considerado fundador de esta escuela, se establece una crítica a los métodos convencionales de tratamiento de los problemas económico-ambientales. Por un lado, en una vertiente microeconómica, se argumenta que el análisis no aborda la cuestión desde una perspectiva de agregación. Por otro lado, desde una perspectiva macroeconómica, se argumenta que el análisis de la contabilidad nacional ecológica es insuficiente para tratar los problemas macro del desarrollo sustentable.<sup>3</sup>

De hecho, como queda patente en el primer capítulo de la tesis, la observación de la dimensión macroeconómica de la sustentabilidad es una consecuencia directa de la teoría que da cuerpo al paradigma económico-ecológico. Esto es, se reconoce la dependencia del

---

<sup>3</sup> Existe una segunda vertiente de tratamiento macro de los problemas ambientales promovida por el Fondo Monetario Internacional (FMI). Esta institución comenzó, en 1990, a analizar los tópicos que permiten vincular la macroeconomía con temas ambientales. Para 1995 organizó un seminario en el que participan funcionarios del Fondo, funcionarios de algunos países e importantes teóricos (como David Pearce y Herman Daly) cuyas memorias se compilan en Gandhi (1996). A pesar de que la importancia de la vertiente fondomonetarista es mayor, en esta tesis la referiremos escasamente. Ello se debe a que el análisis del FMI se aparta un poco del modelo IS-LM-EE, principal objeto de estudio de la presente tesis.

sistema económico de su medio natural y se privilegia la dimensión física, que no monetaria o de valor, de la actividad económica. El empleo de argumentos termodinámicos en la exposición del vínculo entre macroeconomía y ecología enriquece al concepto de desarrollo sustentable dándole fundamento científico. El desarrollo sustentable, en este sentido, se asocia con los problemas de escala y tamaño de la economía con relación a su medio natural. Pensar en términos macroeconómicos el problema de la sustentabilidad ambiental da como frutos un instrumental teórico más completo para definir las condicionantes y relaciones causales del DS. En la medida en que sea posible relacionar, por ejemplo, crecimiento económico (medido como adiciones cuantitativas al producto interno bruto) con degradación ambiental se tendrá un panorama más completo de la relación entre economía y medio ambiente y, por tanto, de la definición de la sustentabilidad del desarrollo económico, político y social.

Por tanto, debido a que esta tesis trata precisamente sobre una "macroeconomía ambiental", nos ceñiremos al cuerpo teórico que señala el problema macroeconómico de la sustentabilidad: la economía ecológica. Discutiremos los argumentos que ésta ofrece para justificar el surgimiento de la macroeconomía ambiental y veremos la crítica que implícitamente significa para la economía convencional. La obra de Herman Daly es fundamental en este sentido. Los argumentos termodinámicos, indispensables en esta exposición, serán discutidos, directa o indirectamente, a través de algunas ideas fundamentales de Nicholas Georgescu-Roegen, considerado junto a Daly como padre de la economía ecológica. Las cuestiones teóricas de la macroeconomía ambiental, en particular el modelo IS-LM-EE serán presentadas y discutidas junto con los responsables de tal modelo. El economista inglés Anthony Heyes formula una primera versión y con él discutiremos su construcción. El australiano Philip Lawn, reconocido participante de la economía ecológica, contribuye esencialmente con una crítica y una extensión al modelo, mismas que expondremos en esta tesis. Herman Daly se pregunta si la macroeconomía puede servir a los intereses del DS en lugar de estar sirviendo a la promoción del crecimiento sin límite (Daly, 1991). Esta tesis es un recuento de los esfuerzos para ello y constituye, por sí misma, otro más.

El trabajo se divide en cuatro capítulos. En el primer capítulo se exponen los elementos que permiten establecer el vínculo entre macroeconomía y medio ambiente. De lo que se trata en este capítulo es justificar el esfuerzo de construir una "macroeconomía ambiental" con base en el paradigma de la "economía ecológica". Es decir, ¿cómo debemos conceptualizar desarrollo sustentable? ¿Debemos, acaso, analizarlo con las herramientas con las que contamos (teoría económica) o debemos desarrollar un marco analítico alternativo? En este capítulo se expone y discute la definición de sustentabilidad originada en la economía ecológica. Constituye una definición distinta de la convencional (*i.e.*, la promovida por la ONU) y tiene, como es lógico, implicaciones teóricas y de políticas un tanto controversiales. Sobre esta definición se construye, como una consecuencia, la macroeconomía ambiental. Este primer capítulo intenta responder en sus páginas los problemas planteados en la siguiente interrogante: ¿es posible establecer, a un nivel analítico, el vínculo entre macroeconomía y sustentabilidad ambiental?

En el segundo capítulo se expone la respuesta de Heyes al llamado de Daly en pos de una macroeconomía ambiental. En 1991, en sus "Elements of environmental macroeconomics", Herman Daly clama por un tratamiento macroeconómico de la sustentabilidad ambiental. Argumenta que ésta es un problema macroeconómico que se deriva lógicamente de la visión preanalítica de la economía ecológica con la que se entiende al sistema económico. Urge, dice Daly, tener una idea clara del comportamiento agregado de la economía con relación a su medio ambiente. Urge, paralelamente, que la sustentabilidad del desarrollo se transforme en una meta de política macroeconómica al lado del pleno empleo y de la distribución del ingreso. La respuesta de Heyes toma forma en la construcción formal de una restricción ambiental y en su inclusión en un modelo teórico ampliamente utilizado. La propuesta para 'enverdecer' la macro toma forma en el modelo IS-LM-EE. En dicha construcción se establecen, como veremos, las condiciones macroeconómicas para el equilibrio ecológico (indicado por una curva EE) siguiendo la directriz central de la economía ecológica. Se define una macroeconomía sustentable y se exponen, a este nivel, las implicaciones de política. Se caracteriza lo que más tarde Philip Lawn definiría como "posición Heyes" en cuanto las acciones de política para lograr la sustentabilidad del desarrollo.

El tercer capítulo se compone de las extensiones al modelo. La construcción de Anthony Heyes descansa en supuestos que en cierto sentido contradicen, dice Lawn, los postulados básicos de la economía ecológica. Por ello, el capítulo inicia con una discusión sobre el papel de los recursos en la producción, con relación a su sustituibilidad o complementariedad con otros factores productivos. En un apéndice se incluye, a detalle, el debate de posiciones en este aspecto. Por un lado, los economistas ecológicos (representados por Daly y Georgescu-Roegen) defendiendo la postura de los factores complementarios y, por otro, los economistas "clásicos" (representados por Robert Solow y Joseph Stiglitz) que defienden la teoría de factores sustitutos. La macroeconomía ambiental tiene su primera controversia: Philip Lawn reformula el modelo y replantea las condiciones del equilibrio ecológico. La crítica y extensión dan lugar a lo que él mismo define como "posición Lawn", que es distinta a la "posición Heyes". En este capítulo veremos el por qué. Ambos economistas ecológicos reconocen la importancia de extender el modelo hacia la economía abierta, por lo que Lawn realiza el primer esfuerzo, mismo que exponemos en este capítulo. Se incluye una breve crítica a esta última construcción y se reinterpreta el IS-LM-EE para una economía abierta.

Por último, después de la exposición y discusión de la teoría de la macroeconomía ambiental se presenta un capítulo dedicado a las implicaciones generales de política. Se expone, en un primer momento, lo que la economía ecológica sugiere como directrices principales de acción, para luego dar lugar, a través de la adaptación de un marco de Tinbergen simplificado, a las implicaciones para la política macroeconómica. Se incluye, enseguida, el enfoque de la pérdida social. Dicho enfoque informa de la paradoja entre objetivos de política, en particular entre el crecimiento económico y la sustentabilidad ambiental. Por último, se ofrece una descripción general de las características de la gestión ambiental según sugiere el modelo y sus implicaciones de política. Se exponen los instrumentos y mecanismos que coadyuvan a facilitar la elección pública de instrumentos y el logro de los objetivos. En esta sección se asegura que el logro del "desarrollo sustentable" dependerá del éxito en la gestión ambiental, y éste estará en función de la naturaleza del compromiso público asumido y de la diversificación de instrumentos. Al final, se cierra con algunas conclusiones.

---

Esta tesis tiene un carácter teórico. Por tanto, el manejo de datos estadísticos que sugieran la aplicación y verificación de las ideas expuestas está ausente. Es decir, este trabajo no exige una vertiente empírica de tratamiento ya que su carácter es, como decimos, teórico. La tesis se compone de exposición, justificación y debate de los argumentos en pos de una "macroeconomía ambiental", por lo que es primordial el análisis teórico-formal de los cuerpos analíticos que sirven de base. En la medida en que sea posible concretar la vertiente ambiental de la macroeconomía se irán requiriendo trabajos empíricos y de manejo estadístico. Pero, por el momento, la discusión aún se encuentra, insistimos, en la necesidad de un manejo teórico conceptual.

# Capítulo I

## Macroeconomía y sustentabilidad ambiental

## A) Visión pre-analítica: elemento crítico

El señalamiento de que la sustentabilidad constituye un fenómeno macroeconómico abarca mucho más de lo que directamente deriva de la misma afirmación. Si hiciéramos caso omiso a las implicaciones de esto, caeríamos fácilmente en las redes del insuficiente tratamiento dado hasta el momento a las cuestiones ecológicas desde una perspectiva económica. Tal cosa sucede, por ejemplo, con buena parte de la literatura de la llamada "economía ambiental" que, enfocada casi de pleno en la valoración económica del medio ambiente por medio de la aplicación de criterios "crematísticos" y de precios, olvida que el "precio" mismo es resultado de una relación social, al tiempo que económica, entre productores y consumidores, y que por tal razón es imposible imponer un precio cuando uno de los "agentes" económicos (el medio ambiente) no tiene participación ni decisión en la concurrencia del mercado.

La economía ecológica señala de hecho que el tratamiento con herramientas propias de la economía ambiental (que son, a su vez, propias de la teoría económica clásica) no han arrojado resultados cruciales ni paradigmáticos.<sup>4</sup> De hecho, la idea de la sustentabilidad como aquél desarrollo en que se es capaz de satisfacer las necesidades del presente sin trastocar la capacidad de satisfacer las futuras, tan arraigada en la economía ambiental, es, actualmente, abandonada en forma gradual dada la dificultad de resolver teóricamente los problemas que allí se plantean.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Particularmente de la microeconomía, como sucede con la negociación "coasiana" de derechos ambientales y los "impuestos pigouvianos" aplicados a las "externalidades". Una crítica fundamental que, entre líneas, se sostiene desde la economía ecológica es, precisamente, la insistencia de aplicar, sin proporción ni medida, el "chasis teórico" de la teoría económica clásica a los problemas ambientales. Tal cosa, sin embargo, no debe ser interpretada como un entendimiento de que tal cuerpo de teorías "esté completamente equivocado", sino simplemente que fue construido a la luz de fenómenos que divergen, desde sus características cualitativas, de los fenómenos que, bajo la intención de la economía ambiental, se intentan explicar.

<sup>5</sup> La misma Organización de Naciones Unidas ha dado este viraje en vísperas de la Cumbre de Johannesburgo sobre Desarrollo Sustentable. En el documento oficial previo a la Cumbre cita la definición de la Comisión Brundtland (aquella que dice que el desarrollo sustentable es el desarrollo que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin minar la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias) pero establece que, ahora, el desarrollo sustentable requiere de la elevación de la calidad de vida de los pueblos del mundo sin incrementar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad de carga del planeta (ONU, 2001).

La simple afirmación de la economía ecológica de que la sustentabilidad es también un problema macroeconómico implica mucho más de lo que se lee directamente. Lleva implícita una crítica fundamental a la concepción misma del fenómeno económico por parte de la teoría macro convencional. El problema, dirían los economistas ecológicos, no es de matices, sino de principios. Es, como veremos, un problema y una distinción de la "visión pre-analítica" de la teoría macroeconómica en contraposición de una visión novedosa, distinta y que lleva a campos de análisis inexplorados y cruciales.

Así, la economía ecológica, con base en las ideas de Nicholas Georgescu-Roegen y Herman Daly, tiene una visión pre-analítica distinta. El primero distingue el problema entrópico del proceso económico, haciendo hincapié en la dimensión física de la actividad económica (Georgescu-Roegen, 1971); el segundo aborda directamente los elementos que plantean el problema de la sustentabilidad ecológica como una cuestión concerniente a la macroeconomía (Daly, 1991).

El resultado de estas ideas constituye lo que, en su momento, Joseph Schumpeter denominó *visión pre-analítica*<sup>6</sup> y que es, dadas sus características, esencialmente distinta a la de la macroeconomía convencional. ¿En qué consiste, más exactamente, esta distinción pre-analítica tan distinta a la tradicional? Si es ella la que nos reporta el problema macroeconómico de la sustentabilidad, crucial en este trabajo, ¿qué es lo que de ella debemos tener más que claro? Para abordar el problema de la visión pre-analítica de la economía ecológica es necesario presentar, en contraste, lo que se puede denominar visión pre-analítica de la macroeconomía convencional. Esta visión será elemento en común de la teoría económica (Daly, 1991).

## Visión convencional

Formulemos la siguiente pregunta: ¿por qué se ataca a la macroeconomía convencional por olvidar los problemas ambientales si es ésta una rama teórica de la economía entendida

<sup>6</sup> "...el esfuerzo analítico es, necesariamente, precedido por un acto cognitivo pre-analítico que le provee la materia prima.... llamaremos a este acto cognitivo pre-analítico *Visión*" (Schumpeter, 1954), citado en Daly (1991).

como ciencia que estudia la asignación de recursos escasos? Si el problema económico fundamental es el de la elección entre usos alternativos de recursos escasos ¿cómo es que no ha sido posible la inclusión de los problemas ambientales, muchos de ellos caracterizados por una escasez real o potencial, en la teoría macroeconómica? Es necesario aclarar que muchas de las críticas realizadas desde la economía ecológica son aplicables sólo a la macroeconomía convencional y no a la teoría económica como conjunto.

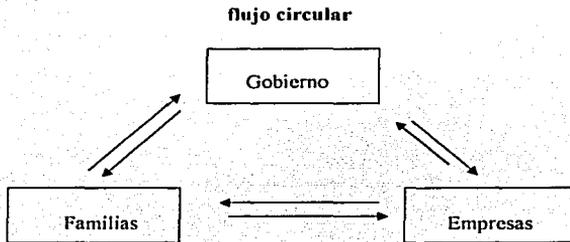
En dado caso, la crítica debiera ser matizada y tener en cuenta que la teoría económica define que la actividad económica se lleva a cabo en un escenario de escasez, lo que no implica que se asegura un tratamiento completo de los problemas ambientales. Por otro lado, a pesar de que la macroeconomía es una vertiente de análisis de la teoría económica, es posible argumentar que ésta si se ha olvidado de aquello concerniente a la elección en medio de la escasez. Si de lo que se trata es de construir una macroeconomía ambiental, se propone ésta al considerar que en la macroeconomía convencional no se encuentran los elementos y herramientas para un análisis de los problemas ambientales, y en las líneas que siguen se intenta justificar esta idea.

En los manuales básicos de macroeconomía se pueden encontrar los elementos representativos de la visión pre-analítica convencional. Los cursos inician con una representación del sistema macroeconómico parecida a un flujo circular. En éste interactúan diversos agentes realizando un intercambio. En la figura 1.1 se define al sistema macroeconómico como uno en que interactúan los agentes económicos. Dicha interacción se realiza a través de un intercambio circular de valor generalmente expresado en términos monetarios. En este esquema la ganancia de uno es la pérdida de otro. Las entradas de algún agente serán, obligadamente, las salidas de otro; y al cerrar la cuenta la suma deberá equipararse.

El esquema constituye, con base en que lo económicamente importante fluye de una manera circular, un sistema cerrado al que nada entra ni nada sale. Básicamente es un sistema económico que flota en la nada, que está delimitado en sí mismo, cuyas condiciones de existencia dependen únicamente de sus relaciones internas. Un sistema

económico como tal, tan arraigado en la macroeconomía convencional, no encuentra, de una manera *a priori*, límite a su existencia ni a su tamaño. Debido a que no está circunscrito en algo mayor puede crecer indefinidamente sólo cumpliendo con determinadas características de sus relaciones internas. El sistema macroeconómico, si es uno como el de la figura 1, es un sistema total y único.

**Figura 1.1: El sistema macroeconómico en la visión de la economía convencional: el**



Fuente: Elaboración propia

De la figura 1.1 deducimos las características de la visión pre-analítica convencional en las que el economista convencional, justo antes de realizar cualquier análisis, cuenta con un esquema de conocimiento con cualidades que se listan en la Caja 1.1. De los elementos presentados como visión pre-analítica convencional el economista encamina sus mejores esfuerzos de investigación hacia la obtención de conocimiento de alguno(s) de ellos. Así, de acuerdo a la figura 1.1, existirán cuerpos teóricos bien conformados para cada uno de los elementos respectivos.

Si el interés del análisis se constituye en el comportamiento y características del devenir de la acción colectiva de los agentes económicos, se cuenta con el campo de la teoría macroeconómica que, en vez de tratar con problemas relativamente aislados e individuales, muestra su interés en las variables agregadas del sistema económico. La macroeconomía constituye la rama teórica de la visión convencional que trata tanto con el

crecimiento y la estabilidad del sistema, como con las opciones de elección pública o política económica. Estos elementos son resultado directo de la visión inicial con que cuenta la macroeconomía convencional. Una vez que ésta entiende que el sistema macroeconómico se encuentra flotando en la nada y que por tanto no depende más que de sí mismo, es que deriva el cuerpo teórico comúnmente conocido como teoría macroeconómica.

### Caja 1.1

#### Visión pre-analítica convencional.

- i) La macroeconomía es un sistema total, sin dependencia a ningún sistema ajeno a ella, caracterizado por un "flujo circular de valor".
- ii) Lo relevante, en este sentido, es el análisis de tanto las características de los agentes internos como de sus interrelaciones y comportamientos.
- iii) Debido a que el sistema no depende de nada externo a él, sus posibilidades de crecimiento son, en primera instancia, infinitas.
- iv) Existe una noción básica que dicta "entre más, mejor" por lo que un sistema económico mayor es preferible a uno menor.
- v) La medida del éxito, de acuerdo con *iv)*, se relaciona al nivel de producto interno. Éste indicador se relaciona directamente, a su vez, con el bienestar de los agentes que son partícipes de la actividad económica.
- vi) Debido a que nada entra ni nada sale del sistema económico, la noción de equilibrio general adquiere inusitado interés.

Fuente: Elaboración propia

La visión pre-analítica se puede comparar al cimiento teórico sobre el cual se construye el edificio del conocimiento. Una vez que se elige tal o cual visión pre-analítica ninguna construcción teórica podrá escaparse del conjunto de elementos que en ella se definen. En otras palabras "el análisis no podrá proveer lo que la visión pre-analítica omite" (Daly, 1991). Por tal razón, interpretamos, si la visión convencional no advierte sobre la dependencia del sistema económico con su entorno natural difícilmente será capaz de hacer teoría que intente advertir y definir tal dependencia. Siguiendo con nuestra

analogía: si los cimientos soportan un edificio específico de  $x$  número de pisos y *ni uno más*, intentar construir por encima de  $x$  no dará un resultado contundente en cuanto a la estabilidad y confiabilidad de la edificación. "...debido a esto, uno puede esperar que los textos en macroeconomía guarden silencio sobre el medio ambiente" (Daly, 1991).

Si suponemos que el problema de la sustentabilidad es un problema macroeconómico, requerimos de cuestiones adicionales que cubran lo que la visión convencional de la macroeconomía deja de lado. Se requiere, asumimos, de una visión pre-analítica distinta que informe sobre la relación de dependencia que guarda el sistema económico con su entorno natural. Esto se salva, felizmente, con la visión de la economía ecológica que, como veremos, reporta que la sustentabilidad ambiental es un problema macroeconómico.

### Visión ecológica

A pesar de la reciente consolidación de la economía ecológica como ciencia de la sustentabilidad (Costanza, *et. al.*, 1991), con toda la relativa dispersión que ello implica, ha sido posible esquematizar, a fin de contrastar con lo arriba expuesto, su visión pre-analítica. Los economistas ecológicos están de acuerdo en que el consenso fundamental de ésta disciplina se constituye en una determinada visión de la economía y su entorno natural. Esta visión consiste en entender a la economía, en un momento pre-analítico, como un subsistema de transformación de materia y energía. Si la economía es un subsistema, existe entonces un sistema total del cual es parte. Este sistema total se constituye en la ecología planetaria, entendida ésta como una compleja red de transformación de materia y energía.

Nicholas Georgescu-Roegen contribuye de manera crucial en este punto haciendo una distinción fundamental en términos de la dimensión en que debe ser entendida la economía (Georgescu-Roegen, 1971). Exponiendo un dilema, la economía ecológica, siguiendo a Georgescu-Roegen, elige entre la dimensión física y la dimensión monetaria o de valor de la economía, inclinándose por la primera. Esto lleva a considerar, efectivamente, que las leyes de la física —olvidadas en la dimensión monetaria— tienen

---

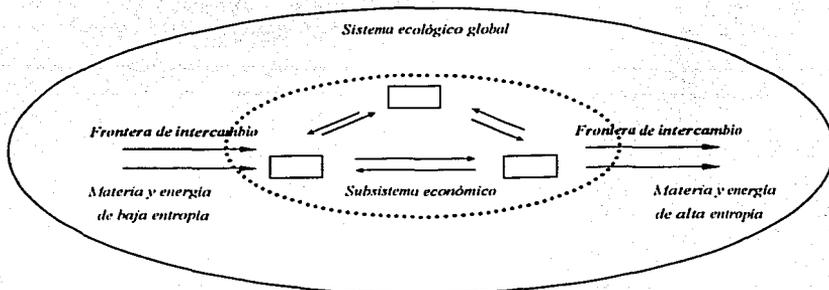
mucho que decir a los economistas para entender a ciencia más cierta el problema ecológico de la economía.

Daly, por ejemplo, discute que la economía convencional olvida, en aquel flujo circular, que el valor monetario de los bienes económicos descansa sobre materia y energía ambiental. Es decir que, de manera implícita, existe un proceso físico o material en el sistema económico. Y, si hacemos caso a las leyes básicas de la conservación de la materia y energía, con esto se elimina cualquier noción de flujo circular para caracterizar al problema económico (Daly, 1991). Privilegiando la dimensión física de la economía, salta a la vista que la economía se comporta como un subsistema de transformación de materia y energía imposibilitado de mantener un flujo circular, sino más bien un flujo unidireccional de intercambio con el sistema global.

Esto está representado en la figura 1.2, que complementa definitivamente a la figura 1 en cuanto a la caracterización primaria del sistema económico. En una economía como la de la figura 1.2 las entradas y las salidas (que aquí sí existen) no se equiparan en magnitud. Tal es el problema entrópico del proceso económico. A cada transformación de materia o energía se libera una cantidad determinada de la misma en formas no asibles o no disponibles. Por ejemplo consideremos una entrada de 100 unidades de materia y energía ambiental al subsistema económico. Una vez que éstas se transforman, se obtiene un producto asociado a, digamos, 80 unidades. Existe un déficit, del que nadie puede escapar, de 20 unidades. Ahora ésta energía perdida se transforma en entropía.

A cada entrada y cada salida de materia y energía hacia y del subsistema económico se eleva la cantidad de entropía en el sistema ecológico, degradándolo. En este sentido, el subsistema económico está condenado a elevar continuamente la entropía del sistema, contribuyendo a su desestabilización. Esto representa un énfasis distinto al de la macroeconomía convencional, pues mientras aquella permitía el análisis del equilibrio del sistema y el establecimiento de medidas para lograrlo, en esta vertiente se reconoce que al equilibrio hay que añadirle la degradación entrópica del sistema global, lo que lo dificulta.

**Figura 1.2. La economía en la visión ecológica: el subsistema y el flujo unidireccional**



Fuente: Elaboración propia basado en Costanza (1999), Daly (1996), Martínez-Alier (2000) y Van Hauwermeiren (1998).

Ahora bien, miremos un momento la figura 1.1 y comparémosla con la figura 1.2. ¿Qué es lo que resalta? Ni más ni menos se han modificado las posibilidades de crecimiento de la economía. Mientras en la primera no hay límites observables al crecimiento económico, en el segundo están más que a la vista. Esto constituye un problema de mayor envergadura en cuanto a las diferencias pre-analíticas de las dos corrientes. Sin embargo, constituirá, como veremos, el elemento que las unifica. Análogo a la presentación de la visión pre-analítica convencional, de la figura 1.2 se extraen los elementos nodales de la visión ecológica, mismos que se muestran en la Caja 1.2.

El economista ecológico, insistimos, parte de una visión básica de la economía a todas luces distinta de la economía convencional. En esta última, decíamos, debido a su particular visión pre-analítica, difícilmente será tratable la cuestión de la sustentabilidad de una manera concreta y resuelta. En contraste, desde la economía ecológica dicha cuestión encuentra terreno fértil para su cabal planteamiento. En palabras de Daly: "La diferencia no

podía ser ni más fundamental, ni más elemental, ni más irreconciliable” Daly (2000). Mientras que en una, la convencional, el sistema económico no encuentra límite alguno a su expansión; en otra, la ecológica, el subsistema económico, imposibilitado para crecer por siempre, debe alcanzar su escala óptima con relación al sistema global. Mientras que en la primera la economía no depende de elementos externos a ella, la segunda informa la inevitable dependencia con el sistema ecológico global.

### Caja 1.2

#### Visión ecológica

- i) La macroeconomía se entiende como un subsistema dependiente del sistema ecológico global.
- ii) Debido a que se prefiere la dimensión física sobre la monetaria, salta a la vista que dicho subsistema transforma inevitablemente materia y energía ambiental.
- iii) Gracias a que la economía se encuentra circunscrita en el sistema global, sus posibilidades de crecimiento están limitadas de una manera *a priori*.
- iv) La medida del éxito se relaciona con la sustentabilidad del sistema global, plenamente condicionada a la escala óptima de transformación económica de materia y energía la cual, a su vez, está relacionada con la capacidad de carga del ecosistema planetario.
- v) El sistema global, antes que ser caracterizado por un flujo circular, se define en un flujo unidireccional de materia y energía en el que se eleva continuamente la entropía del sistema, desequilibrándolo.

Fuente: elaboración propia.

Es útil preguntarse ¿qué es lo que el economista ecológico encuentra en estos elementos? Es decir, después de comprender estas diferencias ¿hacia dónde dirige su inquisitiva mirada? ¿Qué es lo que, de una manera lógica, sigue en la agenda de la economía ecológica? ¿A qué se debe el señalamiento concreto de que el problema de la sustentabilidad es un problema macroeconómico? ¿Dónde radica el vínculo entre aquella y la macroeconomía?

## B) La sustentabilidad como problema macroeconómico

Cualquier curso de introducción a la macroeconomía, cualquier capítulo inicial de los manuales de macro, cualquier acercamiento básico a este campo académico informarán que los elementos clave en su ejercicio académico son, sin más, las variables agregadas de la economía. Diríamos, viendo la figura 1.1, que la macro estudia las características del comportamiento y los resultados económicos de la interacción del conjunto de agentes económicos involucrados en la actividad económica. ¿Cuánto se produce, consume e invierte? ¿Qué mecanismos actúan, ocultos al ojo del observador, en la determinación de estos elementos? ¿Qué opciones de política existen para modificar las características de la actividad económica mejorando, con base en algún criterio normativo, el estado del sistema económico? Veámoslo más precisamente:

“La macroeconomía se ocupa de la conducta de la economía en su conjunto: de las expansiones y las recesiones, de la producción total de bienes y servicios de la economía, del crecimiento de la producción, de las tasas de inflación y desempleo, de la balanza de pagos y de los tipos de cambio. Se ocupa tanto del crecimiento económico a largo plazo como de las fluctuaciones a corto plazo que constituyen el ciclo económico” (Dornbusch, 1998).

Dornbusch informa que la macroeconomía se ocupa del comportamiento del sistema económico, de sus cualidades y sus defectos, de sus características internas, de su evolución en el tiempo, de que si ora se expande ora se contrae. Es decir que, si en la interacción de los agentes dibujados en la figura 1.1 se generan variables como empleo, producto e inflación, las preguntas que la macro formula como premisas de investigación son ¿cuál es el nivel que éstas adquieren? ¿Qué elementos intervienen en su determinación? ¿Qué valor debieran adquirir las variables para reflejar un buen funcionamiento del sistema en el que los agentes estén mejor? Sobre ésta pregunta Dornbusch dice lo siguiente:

“De estudiar el comportamiento de la economía en su conjunto a preguntarse qué debe hacerse para que funcione mejor no hay más que un paso. He aquí las interrogantes

fundamentales: ¿puede y debe intervenir el Estado en la economía para mejorar sus resultados? Los grandes macroeconomistas siempre han mostrado un enorme interés por la aplicación de la teoría macroeconómica a la política económica." (Dornbusch, 1998)

La macro estudia el agregado del sistema económico al tiempo de discutir las opciones de política para administrarlo y, al enfatizar su estudio de política económica, integra tres variables fundamentales de estudio: producción, empleo e inflación. En la disección de sus determinantes surgen las distintas teorías macro: teoría monetaria, fiscal, cambiaria, industrial, laboral, etcétera. Pero, a final de cuentas, ¿qué es lo que al economista ecológico le interesa de todo ello? Herman Daly, fundador y promotor de la economía ecológica, lamenta la inexistencia de algo llamado Macroeconomía ambiental. ¿Cuál es el problema que emerge? Dejemos que el mismo Daly aclare al respecto:

"La macroeconomía es un subsistema abierto del ecosistema y que depende totalmente de él, tanto en la provisión de insumos de materia y energía de baja entropía como un sumidero de materia y energía de alta entropía... El intercambio físico que cruza la frontera entre el sistema ecológico total y el subsistema económico constituye el objeto de análisis de la macroeconomía ambiental" (Daly, 1991). Esto nos lleva a descifrar más exactamente lo que sucede en la frontera de intercambio señalada en la figura 1.2. La exploración de los fenómenos que ahí se llevan a cabo nos proveerá de los elementos suficientes para establecer el puente entre la macroeconomía (la convencional) y la sustentabilidad ecológica.

Teniendo ante los ojos la concepción de economía que emana de la visión pre-analítica de la economía ecológica, se llega de una manera relativamente fácil al concepto de macroeconomía sustentable. El problema fundamental radica en que el sistema económico se califica como un subsistema creciente enmarcado en sistema global que no crece. Así lo ha sido desde que la técnica lo ha permitido. Así lo ha permitido la revolución industrial. Así lo ha condicionado el desarrollo de la civilización humana.

Si partimos del supuesto primordial de la economía convencional, en el que el sistema económico depende de sí mismo y para el que no existe ninguna frontera visible, el crecimiento no constituye en sí ninguna fuente de preocupación, a no ser de la resultante de la insistencia y la en su obtención. Si la economía es un sistema total y único, caracterizado por una especie de soledad en su devenir, a nadie ni nada infligirá los costos relacionados en su crecimiento, y a nadie importará si se hace cada vez más grande, por el contrario: aquello es altamente deseable. Pero si suponemos algo distinto, atendiendo al supuesto fundamental de la economía ecológica --en el que se entiende a la economía como un subsistema que es parte de algo, y no un todo como tal--, entonces el crecimiento se vuelve en sí mismo un problema sustancial.

Si imaginamos un sistema finito y no creciente, el cual es compuesto por subsistemas de transformación de materia y energía, el hecho de que alguno de ellos crezca indefinida y exponencialmente supone una encrucijada difícil de resolver. De ello emana la noción de sustentabilidad. Si el subsistema que crece lo hace de una manera rápida y desordenada, caracterizada por la utilización de técnicas de transformación masiva de materia y energía hasta cierto punto inéditas, se posibilita la existencia de desequilibrios esenciales que pondrían eventualmente en peligro la permanencia misma del sistema total.

Sencillamente, un proceso creciente no se puede sostener por mucho tiempo en un sistema que no crece y que es finito. Si lo que se pretende es asegurar la existencia del sistema global, el subsistema creciente debe entonces adquirir un tamaño óptimo relativo que lo permita. Dicho tamaño óptimo será el sustentable. Si denominamos a éste subsistema creciente como la macroeconomía, y si denominamos al sistema no creciente como aquél del cual el primero es parte, el concepto de sustentabilidad adquiere relevancia científica y social. El término "sustentable", entonces, tiene relación directa con el término crecimiento. Citemos para explicar:

"Sustentabilidad no implica una economía estática, ni mucho menos estancada. Sin embargo debemos distinguir cuidadosamente entre 'crecimiento' y 'desarrollo'. El crecimiento económico, el cual es un incremento cuantitativo, no puede ser sostenido

indefinidamente en un planeta finito. Por otro lado, el desarrollo económico, el cual es una mejoría en la calidad de vida sin suponer incrementos cuantitativos, puede ser efectivamente sustentable.”(Costanza, 1991).

Desde el momento en que el subsistema económico es dependiente de un sistema de soporte vital, el adjetivo “sustentable” se adquiere cuando las características de tamaño y escala de aquél no representan una amenaza sustancial a la existencia de este último. Sigamos con Costanza:

“Sustentabilidad es una relación entre los sistemas dinámico-económicos humanos y los amplios sistemas ecológicos en la cual 1) la vida humana puede continuar indefinidamente, 2) los individuos humanos pueden desarrollarse, y 3) las culturas humanas se pueden desarrollar; pero en la que los efectos de la actividad humana se retengan dentro de ciertos límites, so pena de destruir la diversidad, complejidad, y función del sistema ecológico de soporte vital” (Costanza, 1991).

Una economía sustentable, resumimos, será aquella que ha adquirido un tamaño tal que no mine las condiciones ecológicas esenciales que le permiten su existencia indefinida. Si esta es una definición básica de sustentabilidad económico-ecológica ¿qué relación guarda con la macroeconomía? Es decir, ¿por qué estas ideas constituyen un problema con un tratamiento macroeconómico?

### C) Macroeconomía, escala y sustentabilidad

¿Qué es lo que sucede en la actividad de producción económica? La macroeconomía establece que la producción se genera con la interacción de algunos elementos indispensables, a saber: capital, trabajo y alguna técnica determinada (Sachs, 1994).<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Lo que representa una desviación del entendimiento que sobre la producción se puede hacer en la teoría económica. Es decir, mientras en ésta se puede reconocer que los recursos naturales son un factor más de la producción, los manuales de macroeconomía pasan sistemáticamente esto por alto. En el análisis de la producción, los manuales de macro sólo toman en cuenta los elementos recién listados. Se cita a Sachs por ser

Olvida, por completo, la función de los insumos externos como elementos indispensables en dicha actividad. Reflexionemos: Si se junta una máquina, un trabajador y algún determinado know how ¿qué se obtiene? No tardará mucho en decir: ¡Nada! Sin embargo, para la macroeconomía, la interacción de estos factores es suficiente para la obtención del producto.<sup>8</sup>

Pero ¿qué sucede si a estos factores de la producción se añade un poco de materia prima de origen natural? Seguramente se obtendrá una silla, un helicóptero o un pastel, queda a gusto personal. Pero, a final de cuentas, únicamente después de la inclusión de algún recurso natural en forma de insumo, se obtendrá cualquier producto. Para la economía ecológica, los factores enunciados por la teoría macro serán suficientes únicamente si se incorporan los recursos. Esto reporta que aquél flujo circular realiza de manera sistemática inserciones y extracciones del sistema del cual es parte a través de la frontera de intercambio (el cual, siguiendo la segunda ley de la termodinámica, no es equitativo) y su magnitud resulta de singular importancia a los fines del establecimiento del vínculo que aquí discutimos.

Para obtener un mayor producto, la teoría macroeconómica informa que bastará con incrementar la dotación de alguno de los factores productivos (trabajo, capital y tecnología) o elegir una mejor combinación de su utilización. Pero no reporta que se requiere de un mayor uso de otros recursos. Si incrementamos nuestra dotación de los factores productivos manteniendo constante nuestra dotación de otros recursos difícilmente se logra un incremento sustancial en la producción.<sup>9</sup> Para que dicho incremento tenga lugar requerimos

---

una referencia directa sobre esto, pero esta falta puede corroborarse en varios manuales más, como en el de Dornbusch (2002) y Barro (1997).

<sup>8</sup> La macroeconomía llama a estos tres elementos (capital, trabajo y tecnología) *factores de la producción*. Una profundización del tema, a propósito de las observaciones de la economía ecológica, argumenta incluir los recursos naturales en cualquier *función producción* como *factor productivo*. Ver Stiglitz (1979 y 1997), Solow (1974 y 1997), Daly (1997), Pearce (1997).

<sup>9</sup> Daly (1997), siguiendo un ejercicio crítico de Georgescu-Roegen, pone en la mesa de debate la teoría de las productividades marginales de los factores, pilar fundamental de la teoría clásica de la producción y de la distribución equitativa del ingreso. Daly argumenta que la noción de productividad marginal, que mide el incremento en el producto obtenido de la utilización de una unidad adicional de algún factor productivo (trabajo) manteniendo el otro factor constante (capital), pierde sentido cuando, en el análisis teórico, se mantiene constante la dotación de recursos naturales. Es decir, si utilizamos una unidad adicional de cualquier factor (capital y/o trabajo) manteniendo constante la dotación de recursos naturales, la sentencia

indispensablemente de una mayor dotación de otros recursos. Si en ellos tomamos en cuenta a los naturales, entonces a cada incremento de la producción el subsistema económico realiza inserciones mayores en el ecosistema para obtener (a través de la frontera de intercambio) los recursos requeridos en el incremento en la producción. Podremos decir, si esto es cierto, que a cada nivel de producto existe un propio de utilización de recursos naturales.

Pero ¿qué es, más exactamente, el fenómeno de la producción desde un punto de vista estrictamente ecológico? No es otra cosa más que la transformación, por la mano y la máquina del hombre, de materia y energía proveniente del medio ambiente. Decíamos que Georgescu-Roegen señaló que el proceso económico tiene un problema entrópico. Esto se refiere, sin más, a que cada transformación (vista como producción desde la economía) se libera una cantidad de energía determinada (en formas varias, ya sea emisiones, deshechos, desperdicios, etcétera) en forma de entropía y que es liberada en el sistema ecológico. Con base en estos argumentos señalamos que en la frontera de intercambio suceden dos fenómenos, interrelacionados, que son de nuestro interés: a) la extracción del sistema ecológico de materia y energía ambiental, y b) la inserción hacia el sistema ecológico de materia y energía degradada.

En la primera acción la materia y la energía son de baja entropía, disponible; mientras que en la segunda son de alta entropía, no disponible. La pregunta central no es ¿existe, acaso, un intercambio de materia y energía entre el subsistema económico y el ecosistema global? Esto es más que claro. Las preguntas, por el contrario, son ¿cuál es el volumen de dicho intercambio? ¿Qué lo determina? El término escala adquiere aquí importancia. El subsistema económico extrae e inserta materia y energía a una determinada escala, dependiente del volumen de producción que en él se lleve a cabo. Entre mayor sea

---

termodinámica obliga que la(s) productividad(es) marginal(es) del (los) factor(es) sea cero. El debate sobre este punto motivó una molesta respuesta por parte de Solow (1997) y Stiglitz (1997) que no descalifica al argumento. Tanto una exposición de la teoría de las productividades marginales como una lectura de su importancia en la teoría del crecimiento se encuentra en Jones (1979).

---

el nivel de producción, mayor será la escala a la que la economía realiza extracciones e inserciones. Si dicho nivel se incrementa, la escala así lo hará.<sup>10</sup>

La restricción fundamental en este aspecto es que el sistema ecológico tiene determinadas condiciones de equilibrio que le permiten su estabilidad. Esto significa que es capaz de participar en el intercambio hasta una determinada magnitud antes de comenzar un proceso de degradación. Existirá, por tanto, un nivel de intercambio máximo posible justo antes que se trastoquen las condiciones biofísicas del equilibrio ecológico.<sup>11</sup> Habrá una escala sustentable para la cual existirá, en principio, un único nivel sustentable de producción económica. Una economía con una escala mayor a la del equilibrio implica un mayor volumen de intercambio de materia y energía ambiental y, por tanto, provoca la degradación progresiva del sistema ecológico de soporte siendo abiertamente no sustentable.

“Justo como Kenneth Boulding dijo: ¡Cuando algo crece, se hace más grande! Y mientras la economía ha crecido, el ecosistema no lo ha hecho” (Daly, 1991). En esto consiste el problema de la sustentabilidad. Es decir, si la escala del subsistema sobrepasa los condicionantes del equilibrio ecológico (como, por cierto, atendiendo a Costanza, parece haberlo hecho) ¿por cuánto tiempo será posible el mantenimiento de los *servicios* y funciones que el ecosistema provee a la economía? Podremos clasificar, como de hecho se hace, a los síntomas de la degradación ecológica en dos grandes conjuntos: Primero, aquellos de impacto global, donde las fronteras nacionales no juegan ningún papel determinante, como el calentamiento global (que consiste en una elevación gradual y sostenida de la temperatura promedio del planeta y que está íntimamente relacionado al

---

<sup>10</sup> Esto es, en principio, cierto. Si incorporamos determinados supuestos relativos a la tecnología y a la sustitución de factores productivos esta observación requerirá de un matiz. De hecho, críticas al modelo IS-LM-EE propuesto por Heyes tienen como referente el debate ecológico de sustituibilidad *versus* complementariedad de los recursos o factores productivos. Será posible, hasta cierto punto, sustituir capital natural por capital tecnológico de acuerdo al desarrollo tecnológico y a los límites termodinámicos. En los capítulos segundo y tercero se expone el punto de manera detallada.

<sup>11</sup> Si bien es difícil determinar los condicionantes, pocos argumentan en contrario que el crecimiento los ha traspasado ya. Los síntomas de esto son más que claros. Para una exposición más clara ver Costanza (1999).

"efecto invernadero" que provocan algunos gases –como los clorofluorocarbonos-derivados de ciertos procesos productivos).<sup>12</sup>

Segundo, aquellos fácilmente identificables bajo la división política del planeta, para los que existen responsabilidades cuasi-locales y regionales. Problemas de esta índole son aquellos relacionados a, por ejemplo, los procesos de creciente erosión y desertificación, problemas con ecosistemas específicos, como un bosque o una selva; escasez y abastecimiento de agua potable, pérdida de biodiversidad y acervo de recursos agotables y renovables, etcétera. Como resultado de la generalización mundial de la cuestión ecológico-ambiental a raíz de las cumbres internacionales<sup>13</sup> actualmente hay tendencias más o menos claras de coordinación de política global (como la asentada en los "protocolos") al tiempo de un arduo proceso de definición, financiamiento e implementación de políticas locales de gestión ambiental. Resulta claro que los problemas ecológicos, sean éstos globales o regionales, requieren de un urgente tratamiento de política pública.

La economía ecológica vive un interesante proceso de enriquecimiento y análisis de planteamientos alternativos de política ambiental, dentro de los cuales se encuentra aquí que es de interés a esta tesis: la relación de la política macroeconómica con la gestión ambiental, que tiene como referente la intimidad ya expuesta entre la macroeconomía y la sustentabilidad ambiental. Por ello, la macroeconomía ambiental permite el análisis de la interacción entre macroeconomía y sustentabilidad ambiental, entre política macroeconómica y gestión ambiental. De estos planteamientos, dada la interacción entre los elementos involucrados, surge la noción de la coordinación e integración de la política pública, teniendo como referencia a la política macroeconómica y a la política ambiental

<sup>12</sup> Sin embargo, por el hecho de que estos problemas no tengan una dimensión territorial acorde con la división política del planeta no quiere decir que no haya responsabilidades "nacionales" claramente identificadas (para aquellos países con elevados niveles de ingreso, como Estados Unidos y las naciones de la Unión Europea).

<sup>13</sup> Entre las que destacan está la realizada en Estocolmo en 1972, Río de Janeiro en 1992 y la reciente de Johannesburgo en 2002. Todas ellas organizadas por la Organización de las Naciones Unidas.

## D) La política macroeconómica y la gestión ambiental: hacia la integración de políticas

¿Es posible que a partir de estos elementos se defina el vínculo entre la política económica y la gestión ambiental? La política económica, con base en los argumentos anteriores, es un instrumento de influencia en el subsistema económico. Gestiona, dependiendo de sus características, las expansiones y las recesiones del ciclo económico. Los diversos instrumentos de política influyen directa o indirectamente en las variables macroeconómicas a fin de alcanzar algún objetivo determinado.

Por ejemplo, una política económica expansiva provoca, mediante diversos mecanismos, incrementos en el nivel de producto. En otras palabras, puede generar crecimiento económico. ¿Qué acaso esto no provoca, también, una mayor utilización de recursos en la producción? ¿Qué esto no equivale a alterar el tamaño de la economía? ¿No existe algún efecto determinado sobre la relación con el ecosistema? Supongamos un nivel determinado de producción asociado a alguna escala de utilización de bienes y servicios ambientales. Si por alguna razón se genera un estímulo a la producción necesariamente se incrementará la escala de la economía. Si el subsistema económico se hace más grande (i.e. produce más), lo hará también su escala al elevar el intercambio de materia y energía con el sistema global. La política económica, al afectar –entre otras cosas– los determinantes del nivel de producto, altera la escala de la economía.

La política económica no puede alterar el tamaño de la economía alcanzado hasta nuestros días –no puede actuar en el pasado–. Pero sí puede gestionar su crecimiento a partir del presente. ¿No debiera preocuparse, aunque sea de forma mínima, de las consecuencias ecológicas de su acción? Si la política económica representa un ejercicio de elección pública entre objetivos determinados, y si resulta cierto el compromiso global asumido por los gobiernos (entre ellos, por supuesto, el nuestro) por lograr la sustentabilidad del desarrollo ¿no debe incluirse la sustentabilidad ecológica al conjunto de objetivos de política? Si la sustentabilidad ambiental es una restricción más en el esquema

macroeconómico –en el sentido de limitar su crecimiento— ¿no debe incluirse en el entramado teórico de sus relaciones?

A este respecto Daly argumenta lo siguiente: “La escala óptima, como la justicia distributiva, el pleno empleo o la estabilidad de precios, es una meta macroeconómica” (Daly, 1996). Si nos ubicamos dentro del sistema económico dibujado en la figura 1 ¿no debemos abogar porque desde allí sea visible la frontera de intercambio? ¿No debemos intentar vislumbrar, desde la teoría macroeconómica básica, lo que una escala óptima sustentable representa? La proposición que dice que debiera existir cierta coordinación entre la política de gestión ambiental y la política macroeconómica es resultado de entender al problema de la sustentabilidad como un problema esencialmente macroeconómico.

La macroeconomía ambiental tiene esto muy claro. Sin embargo, la veta explorada a partir de estos argumentos no constituye, de suyo, un diálogo con el núcleo duro de la teoría macroeconómica, sino solo con su sección cuantitativa. Es decir que, después de que la economía ecológica se percató que el problema de la sustentabilidad es también un problema macroeconómico y después de dar origen a la “macroeconomía ambiental”, toma un rumbo que, a pesar de tener crucial importancia, no ha tenido ni la atención ni el desarrollo ideales. Nos referimos a la “contabilidad verde”, que es el esfuerzo, desde la visión macroeconómica de las cuentas nacionales, de incorporar los costos ambientales del crecimiento. El resultado, el “producto interno ecológico”,<sup>14</sup> no es de suyo representativo pues enfrenta serios problemas metodológicos en cuanto a la valoración económica del medio ambiente. Sin embargo, su mayor mérito consiste en hacer notar, como sea, que el producto interno bruto no es un indicador de “bienestar” ni de “desarrollo” económicos.<sup>15</sup>

La macroeconomía ambiental, diríamos, tendría que enfocarse no únicamente en la manera en que la macroeconomía “hace cuentas”, sino en la manera en que la teoría explica

---

<sup>14</sup> Que se obtiene de restarle al producto interno bruto un “proxy” de la utilización, degradación y agotamiento del capital natural.

<sup>15</sup> Una discusión de la contabilidad nacional ecológica se encuentra en Martínez-Alier, Joan (2000). Una crítica al producto interno bruto como indicador de bienestar y desarrollo se encuentra en Daly (1998 y 2000). Una propuesta alternativa de indicador, llamado “Índice de sustentabilidad y bienestar económico”, se encuentra en Daly (1998).

los fenómenos de crecimiento y formulación e impacto de política económica. A la macroeconomía ambiental le interesa no únicamente la digresión cuantitativa de la macroeconomía, sino su dimensión cualitativa. Si la macroeconomía, desde su teoría básica, establece las condiciones para el crecimiento económico y equilibrado de la economía, la macroeconomía ambiental debe dialogar precisamente con esas teorías y discutir la inclusión de una restricción ecológica al crecimiento. Gracias al análisis de los fenómenos en la frontera de intercambio, el vínculo central entre la macroeconomía y la sustentabilidad se constituye en la escala a la que el subsistema económico realiza inserciones y extracciones de materia y energía en el ecosistema global.

### Caja 1.3. Política macroeconómica y gestión ambiental

- i) Es posible definir una escala óptima a la que el subsistema económico tiene un tamaño relativo sustentable, definida en la capacidad de carga del ecosistema global.<sup>16</sup>
- ii) La gestión ambiental, en este sentido, es la acción pública para el tratamiento de los problemas ambientales.
- iii) Éstos últimos son reflejo del proceso entrópico detonado por la transformación de materia y energía ambiental implícito en la actividad de producción.
- iv) La promoción del crecimiento, que es uno de los objetivos de la política macroeconómica, tiene, por tanto, una dimensión ambiental.
- v) Si las políticas involucradas (macroeconómica y ambiental) no reparan en el hecho de que los ámbitos en los que actúan están íntimamente relacionados, existirá, como de hecho existe, un fatal distanciamiento entre ambas.
- vi) La obtención de resultados ambientales positivos, ausentes hoy en día, pasa necesariamente por la coordinación, y en su caso la integración, de objetivos e instrumentos de política.

Fuente: elaboración propia.

<sup>16</sup> Para una discusión más amplia de la capacidad ecosistémica de carga véase Daly (1996), Lawn (2001).

En la caja 1.3 se exponen las ideas relevantes en cuanto al vínculo entre política macroeconómica y gestión ambiental que posibilitan la proposición de "coordinación de políticas". Ahora bien, la economía ecológica, a través de Anthony Heyes, ha elegido el modelo que se ha ganado el mote de "caballito de batalla" de la macroeconomía, por su amplia utilización, para el ejercicio teórico de la macroeconomía ambiental. El ejercicio de Heyes constituye en incorporar a la macroeconomía una restricción de carácter ecológico. Existen, como veremos más adelante, implicaciones de política interesantes aunadas al hecho de contar con un entendimiento preliminar, pero no por ello incompleto, sobre la relación de la macroeconomía y su política con el medio ambiente.

El modelo que en este trabajo se expone, el IS-LM-EE, es el primer esfuerzo de relevancia académica<sup>17</sup> para lograr el objetivo de coordinar e integrar la política ambiental con la macroeconómica. Es necesario aclarar que si bien el modelo IS-LM es muy conocido desde un nivel intermedio en economía, las técnicas utilizadas en la formulación del IS-LM-EE no resultan muy convencionales. En los libros de texto y en los manuales, es común encontrar el modelo IS-LM (también llamado "síntesis neoclásica" o modelo Mundell-Fleming si se aplica a problemas de economía abierta) con técnicas relativamente sencillas de exposición y tratamiento, como son aquellas de "estática comparativa".<sup>18</sup> A diferencia de estas técnicas, el modelo IS-LM sobre el que se incluye la restricción ambiental es construido con técnicas un tanto más complejas, pero que son comunes en la literatura actual, como es la dinámica económica.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> En el sentido en que ha tenido un buen recibimiento entre los académicos a pesar de que han pasado apenas 3 años desde su presentación.

<sup>18</sup> Que consiste, en términos matemáticos, en la formalización de un modelo macroeconómico en un sistema de ecuaciones (que representan funciones lineales) con solución única y cuyo "equilibrio" se da para datos dados de las variables de política económica. Así, el análisis se centra en las condiciones de equilibrio del sistema, que reflejará equilibrio macroeconómico. El nombre de "estática comparativa" emana del hecho de que, si se permite la analogía, un equilibrio en este tipo de modelos pareciese ser una imagen fotográfica de un instante del tiempo, como si la macroeconomía fuera congelada para la disección de sus características. La teoría suele presentar distintos equilibrios correspondientes a distintas situaciones macroeconómicas (por ejemplo, aquellas derivadas de una política fiscal o monetaria expansivas) y "comparar" el resultado con la situación sin política para analizar sus efectos en las variables de interés (producto, inflación, empleo, etc.).

<sup>19</sup> A diferencia de la estática comparativa, la dinámica trabaja con sistemas de ecuaciones diferenciales, que tienen la virtud de reflejar las trayectorias de equilibrio de las variables. Es decir, en un modelo dinámico ya no tenemos una imagen fotográfica del asunto, sino una idea más clara del comportamiento macroeconómico en el tiempo.

Tal distinción, en lugar de complicar el análisis, lo facilita enormemente dado que es posible entonces considerar, por ejemplo, al equilibrio ecológico como un fenómeno dinámico, acercando los supuestos de la teoría a una imagen del mundo más real. La utilización de la dinámica en el análisis, cabe aclarar, no modifica la visión pre-analítica ni las razones de la necesidad de la "macroeconomía ambiental" expuestas en el presente capítulo, por el contrario, facilitan el establecimiento del vínculo buscado entre teoría macroeconómica (ésta, con técnicas, digamos, "modernas") y las condiciones de sustentabilidad ambiental bajo las premisas de la economía ecológica.

## Capítulo II

### Modelo IS-LM-EE

## A) Modelo base: IS-LM para economía cerrada

La macroeconomía es un amplio abanico de teorías y temas que abarcan la dimensión agregada de la actividad económica. Desde los problemas de contabilidad nacional hasta las complejas formalizaciones de la teoría del crecimiento. El macroeconomista toca, en su recorrido, aspectos fundamentales de la vida económica de una nación: el nivel de ingreso *per capita* y su distribución, el empleo, el salario y la productividad laboral, el nivel de producto y la inflación, el comercio exterior y el déficit comercial, el problema de la deuda, sea esta pública o privada, externa o interna, etc. Si el observador busca una radiografía de la situación económica de una nación, o si busca elementos que le ayuden a determinar la riqueza relativa de un pueblo, entonces que escuche al macroeconomista.

La macroeconomía otorga esa información y mucha más. Además de caracterizar la situación de una nación es capaz, mediante alguna teoría, de dar opciones de política económica. Evidentemente existen muchas teorías en macroeconomía, pero existen algunas que incluso se denominan modelos "caballito de batalla" por su sencillez y capacidad de análisis. Veamos lo que Blanchard y Fischer afirman:

"... la razón principal para el éxito del modelo IS-LM es su versatilidad, el hecho de que puede ser adaptado para analizar una amplia variedad de políticas y tópicos." (Blanchard, 1989).

Precisamente, un logro de la macroeconomía ambiental es incluir la restricción de equilibrio ecológico en uno de esos modelos: el IS-LM. El mismo Anthony Heyes, responsable del IS-LM-EE, explica que la razón de utilizar el IS-LM en lugar de cualquier otro modelo es esencialmente pragmática:

El modelo "es usado en un amplio rango de libros de texto muy populares y es el corazón de la enseñanza de la macroeconomía a nivel licenciatura. Si se argumenta que los objetivos ambientales pueden ser incorporados en el análisis macro convencional, es

importante que dicha incorporación se formalice en modelos familiares y ampliamente utilizados" (Heyes, 2000).

Sin embargo, como veremos, no existe un único modelo IS-LM. Lo que Blanchard y Fischer argumentan a favor del modelo es, precisamente, su versatilidad para representarse de distintas maneras, acorde siempre con el interés del investigador. El modelo, antes de ser un sistema de ecuaciones o una gráfica familiar, es una concepción básica del comportamiento de la macroeconomía bajo determinadas circunstancias. Por ello, es posible utilizar el modelo en prácticamente cualquier situación macroeconómica, siempre que se cuente con un mínimo de datos de la economía en cuestión (mismos que se obtienen fácilmente). De hecho, Sachs (1994) señala que el IS-LM es una herramienta teórica potencial para los *policymakers*:

"Quienes creen en las *políticas activistas de manejo de la demanda* afirman que el gobierno debe usar el modelo IS-LM —en alguna forma numéricamente refinada dentro de un modelo econométrico de gran escala de la economía— y así escoger políticas macroeconómicas que le permitan alcanzar determinadas metas para el producto" (Sachs, 1994).

Y, de hecho, es posible constatar que, en el análisis cotidiano de la economía, ya sea en el círculo académico o en el público, el modelo IS-LM, en alguna de sus variantes, parece ser respaldo teórico a muchas de las aseveraciones, críticas o propuestas. No por nada se le ha asignado el adjetivo de modelo "caballito de batalla" de la macroeconomía. Ahora corresponde aclarar sobre cuál versión del IS-LM se ha incluido la restricción ecológica y tocará exponer el funcionamiento básico del modelo base de la macroeconomía ambiental, el IS-LM-EE.

### Algunas consideraciones sobre el corto plazo

Lo primero que salta a la vista es el hecho que el modelo IS-LM está generalmente formulado para representar equilibrios o desequilibrios en el corto plazo. Por lo menos así

lo está en la versión simple de libro de texto. Esto deriva del hecho de que en esta versión el equilibrio macroeconómico significa únicamente igualdad entre ingreso y gasto. No se considera al producto, ni al empleo ni a la inflación. Esto es, el IS-LM de corto plazo se formula para un nivel dado de estas tres variables. Existen, sin embargo, variables exógenas que determinan las características del equilibrio macroeconómico, pero éstas son aquellas íntimamente relacionadas con la política macroeconómica de demanda agregada (la vertiente monetaria y fiscal). ¿No existe, acaso, cierto problema para incluir las condiciones de equilibrio ecológico en ésta formalización? ¿Acaso la sustentabilidad ambiental no es una meta que se entiende para el largo plazo? ¿No habría una fatal inconsistencia teórica en la formalización del modelo?

Claro que la hay. Resulta imposible definir una macroeconomía ambientalmente sustentable utilizando un modelo de corto plazo, en el que, incluso, se omite la cuestión fundamental por la que es posible vincular macroeconomía y sustentabilidad: el producto real. El modelo IS-LM, en su versión de libro de texto, puede representar dos cosas: *i*) las condiciones macro de equilibrio de la demanda agregada, con lo que sería un modelo teórico parcial, en el que el producto real no entra en el análisis; ó *ii*) las condiciones de equilibrio general de una macroeconomía bajo condiciones extremas, en el que el nivel de ingreso de equilibrio, explícito en el modelo, es equivalente al nivel de producto real. En las cajas 2.1 y 2.2 se abunda en las conclusiones generales de estos dos puntos.

#### **Caja 2.1.- Versión IS-LM para el corto plazo**

- i) El equilibrio IS-LM representa las condiciones macroeconómicas necesarias para la igualdad entre ingreso y gasto agregados.
- ii) El modelo IS-LM establece que existe un único nivel de ingreso de equilibrio para valores dados del gasto de gobierno y de oferta monetaria.
- iii) Esto equivale, gráficamente, a la intersección de las curvas y, matemáticamente, a la existencia de solución única al sistema de ecuaciones que formalizan la teoría.

- iv) Con esas características es posible representar en el modelo los efectos de la política macroeconómica en sus vertientes fiscal (con desplazamientos de la curva IS) y monetaria (con desplazamientos de la curva LM).
- v) De ahí, precisamente, proviene el potencial analítico de la construcción formal, ya que es posible analizar distintas opciones de política, ya sean expansiones/contracciones fiscales o monetarias, o bien, mezclas de política, ante situaciones determinadas.
- vi) La mecánica de análisis, dada la formalización en sistemas de ecuaciones lineales con solución única, es conocida como estática comparativa.

Fuente: elaboración propia.

### Caja 2.2.- Interpretaciones sobre el modelo IS-LM

- i) El modelo IS-LM se puede entender como una construcción teórica de la macroeconomía en dos escenarios alternos: el de una curva de oferta agregada perfectamente elástica (llamado convencionalmente "caso keynesiano extremo") y el de una curva de oferta agregada de pendiente positiva, en el que existe desempleo de los factores productivos, y rigidez en los precios.
- ii) En el primer caso, el nivel de producto se determina totalmente por la demanda agregada, la cual, a su vez, representa el equilibrio IS-LM a distintos niveles de precios. En este caso, el modelo IS-LM se convierte en el modelo global de la macroeconomía pues, en el equilibrio, el ingreso se iguala automáticamente al nivel de producto. Las expansiones de la demanda agregada (originadas en una política macro expansiva, sea ésta fiscal o monetaria), se traduce totalmente en incrementos en el producto.
- iii) En el segundo caso, el nivel de producto de equilibrio se determina por la intersección de la curva de demanda agregada y la de oferta agregada (aquí, a diferencia del caso anterior, de pendiente positiva). El equilibrio IS-LM determinará el nivel de ingreso de equilibrio, pero ya no será equivalente al del producto, dado que cualquier expansión de la demanda agregada se traduce en incrementos en el producto y en los precios, en el que el aumento en el producto será siempre menor al incremento en la demanda agregada.

- iv) La teoría macroeconómica, por simplicidad, prefiere el segundo caso, en el que existe desempleo y, por tanto, el equilibrio IS-LM con desempleo será un equilibrio de corto plazo, dado que no se toma en cuenta el ajuste salarial y de precios.

Fuente: elaboración propia.

La teoría macroeconómica de la corriente principal ha establecido una especie de consenso al respecto. Se elimina del análisis el caso extremo y se prefiere el caso en el que el IS-LM es el modelo que disecciona los determinantes de la demanda agregada. Para un tratamiento más completo se requiere, por tanto, extender el análisis más allá de este modelo, hacia la macroeconomía de oferta agregada. En este sentido, el modelo IS-LM queda únicamente para el corto plazo, y de él se deriva la vertiente macroeconómica de la demanda agregada, que deberá contrastarse, a fin de completar el panorama macro, con la vertiente de la oferta agregada.

¿Cuál es la distinción, a nivel de IS-LM, entre corto y largo plazo? Un equilibrio IS-LM representa un equilibrio de corto plazo dado que el nivel de precios es un dato en el modelo y que en el corto plazo las negociaciones salariales no tienen lugar (aunado al hecho de que, en esta construcción, no se incorpora el análisis del mercado laboral), o sea, es una situación de precios rígidos.<sup>20</sup> A diferencia de esto, en el largo plazo se supone que han tenido lugar las negociaciones salariales necesarias entre trabajadores y patrones, por lo que el nivel de salario (y de precios) observado en la economía es, en última instancia, el de equilibrio con pleno empleo. El modelo IS-LM, tal como en su versión de libro de texto, resulta apropiado para el análisis del corto plazo, pero no así para el largo plazo. Escuchemos a Blanchard:

“Es claro que la utilización del modelo IS-LM de precios fijos para estudiar los efectos de política en el mediano o largo plazo es inapropiada. De igual forma lo es el permitir la acumulación de capital en un escenario de precios fijos” (Blanchard, 1989).

<sup>20</sup> Denominados en la literatura “sticky prices” o “precios pegajosos”.

Sin embargo, la teoría macroeconómica, con el fin de rescatar el poder analítico del esquema y resolver las fallas del modelo, complementa con versiones especiales del modelo en las que es posible resolver cuestiones analíticas de largo plazo. En estas versiones, el equilibrio IS-LM no será más un equilibrio de corto plazo, sino que involucra al mediano y largo plazos, en el que el ajuste del producto y las expectativas sobre la situación económica futura importan determinadamente.

De hecho, se han vertido algunas críticas a la formalización de precios rígidos del modelo IS-LM. Las más severas argumentan que en esta versión resulta imposible considerar la dinámica del producto si se ignora, en las ecuaciones, a la economía de la oferta: "... estudiar las respuestas del producto en el marco del IS-LM es, en el mejor de los casos, una desviación en el camino para caracterizar al equilibrio." (Blanchard, 1989).<sup>21</sup> Pero estas críticas, argumentan los autores, son críticas a la versión simple de libro de texto. Como decíamos más arriba, al inicio del capítulo, el modelo IS-LM es muy versátil, lo que implica que la teoría relevante para el modelo no está "atada" a una formalización específica, es decir, a unas técnicas matemáticas únicas ni a ecuaciones predeterminadas.

Es posible, entonces, representar dicha teoría por medio de esquemas formales alternos, es decir, con distintas ecuaciones. Una ecuación IS, por ejemplo, se definirá como aquella que relacione el nivel de ingreso de equilibrio con la tasa de interés para un volumen dado de gasto agregado, no importando si la ecuación expresa únicamente una relación funcional o lineal, o bien que sea una ecuación diferencial. De ahí la posibilidad de formalizar el modelo IS-LM de una manera distinta a la de la versión de libro de texto. Aún más, en Blanchard (1989) se realiza una formalización en la que es posible responder a las críticas, fundamentalmente en la cuestión de la dinámica y de expectativas, en el que el equilibrio en el modelo deja de ser de corto plazo y representa uno de largo plazo. El

<sup>21</sup> Blanchard y Fischer sostienen su argumento de la siguiente forma: "Si uno supone, por contrario, que los precios y salarios son flexibles y que la dinámica del producto es resultado del equilibrio en las fluctuaciones del ciclo de negocios (*business cycle*), pierde todo sentido trabajar sobre una curva de oferta de bienes perfectamente elástica" (Blanchard, 1989). Los autores se fijan en el caso keynesiano extremo, pero la crítica de la imposibilidad del análisis dinámico aplica igualmente al caso de la curva de oferta elástica de pendiente positiva. Ello se debe a que el IS-LM está formalizado mediante técnicas de estática comparativa, esto es un sistema de ecuaciones lineales con solución única, donde los equilibrios se entienden para un instante del tiempo, en el que las consideraciones de dinámica, de comportamiento en el tiempo, no tienen cabida en el análisis.

sistema formal ya no es de un sistema de ecuaciones lineales de solución única, sino un sistema de ecuaciones diferenciales con solución única de equilibrio, en donde la dinámica es ahora el centro de la discusión, y en donde se definen trayectorias de comportamiento temporal.

## B) IS-LM y largo plazo: la crítica considerada

En la versión de largo plazo el modelo considera aquello que la crítica señalaba como una de las fallas graves de su construcción formal: la dinámica del producto. De igual forma, en la propuesta de Blanchard, se toma en consideración, aunque de forma indirecta, el papel de las expectativas de los agentes con respecto al futuro. Si bien éstas no se encuentran explícitas en el modelo, se consideran implícitamente, a través de un "canal teórico", por medio de la tasa de interés de largo plazo. Es decir, lo que los agentes esperan sobre determinadas circunstancias será suficiente para provocar variaciones en la tasa de interés real de largo plazo a pesar de que las variables restantes se mantengan sin cambio (Blanchard, 1989).<sup>22</sup>

En lo que respecta a la dinámica del producto, el modelo supone una respuesta *a la* Keynes ante variaciones del gasto agregado. Si, por alguna razón, el gasto agregado supera al producto, las empresas elevarán su oferta hasta el punto en que la brecha se cierre completamente. Sin embargo, el cierre de la brecha toma tiempo debido a que las empresas, en una situación como esa, comenzarán primero a reducir inventarios y después, si con ello el gasto sigue siendo mayor, a elevar la producción. Por tal razón se dice que el ajuste del producto es lento, en el sentido de que no es automático y que lleva cierto tiempo.

<sup>22</sup> El anuncio, por ejemplo, de un cambio futuro en la política fiscal (que podría tomar forma en una reducción de impuestos), aunque en el presente las cosas se mantengan invariables, provoca alzas en la tasa de interés de largo plazo. Esto es gracias a la expectativa de un nivel de actividad económica mayor al actual. Dicho ejemplo es analizado detalladamente por los autores de esta versión tratando de explicar, para Estados Unidos al inicio de la década de los ochenta, el efecto recesivo de una reducción impositiva anunciada para el futuro (Blanchard, 1989). El "canal para las expectativas" a través de la tasa real de interés de largo plazo, sin embargo, puede ser utilizado para otros casos. Por ejemplo, puede ser un canal para un tratamiento exógeno de la credibilidad y la reputación de las autoridades económicas, cuestiones tratadas con ahínco en buena parte de la literatura macroeconómica actual.

La versión de largo plazo se distancia de la de corto plazo pues ésta no incluye, de ninguna manera, los cambios en el comportamiento de los agentes causados por distintas expectativas sobre el futuro y también omite la dinámica del producto. La versión de largo plazo está formalizada con herramientas técnicas distintas a la del corto plazo: deja de lado la estática comparativa y toma de lleno el análisis dinámico. Con ello se dejará de tener un instante del tiempo de la macroeconomía y se tendrá una idea más clara del comportamiento temporal del sistema. Pero, de ahí su virtud, mantiene intacta la idea central del modelo IS-LM, siendo capaz de representar, con un tratamiento similar a la estática comparativa, los efectos de la política macroeconómica.

Como en cualquier versión, el modelo de Blanchard (1989) divide a la economía en dos mercados: el de bienes y el monetario. Sin embargo, el equilibrio de ambos requerirá condiciones distintas a las necesarias en la versión de corto plazo. En ésta, el equilibrio en el mercado de bienes se daba cuando el ingreso se equipara al gasto, mientras que el equilibrio monetario requería que la oferta monetaria fuera idéntica a la demanda de dinero. En la versión de largo plazo, el equilibrio en el mercado de bienes indica que el nivel de producto es igual al del gasto agregado, de suerte tal que no hay razón para incrementar o disminuir el producto.<sup>23</sup> En el mercado monetario el equilibrio supone que, a través del arbitraje (dado que hay diferentes tipos de activos financieros) tanto la tasa de interés real de largo plazo como la de corto plazo sean equivalentes tomando en cuenta un premio de riesgo existente en el mercado de activos. En este caso el equilibrio requiere también que las expectativas de los agentes sean de "previsión perfecta".<sup>24</sup> Es importante aclarar que a pesar de que el equilibrio monetario requiere que la oferta monetaria sea igual a la demanda de dinero, dicha condición no será suficiente para el equilibrio en el largo plazo. En las ecuaciones 2.1 a 2.7 se recogen estas ideas.

$$\frac{dY}{dt} = \phi[A(R, Y, F) - Y] = \phi(R, Y, F) \quad 2.1$$

$$\phi_R < 0, \phi_Y < 0, \phi_F > 0$$

<sup>23</sup> Representa el equilibrio del producto con la demanda efectiva que, siguiendo la idea keynesiana, puede no representar pleno empleo de los factores productivos.

<sup>24</sup> Esto es, que los agentes económicos saben qué va a pasar con base en la información disponible.

La ecuación 2.1 informa que la dinámica del producto depende de la diferencia entre el gasto agregado  $A$  y el nivel de producto  $Y$ . El gasto agregado, aquí expresado en términos funcionales, depende negativamente de la tasa de interés real de largo plazo  $R$ , y positivamente del nivel de ingreso y del índice de la posición fiscal. Así, un incremento del gasto del gobierno provocará mayor gasto agregado haciendo que, manteniendo en el corto plazo constante el producto  $Y$  –tal y como se ha supuesto–, la brecha entre  $A$  y  $Y$  sea positiva, generando así crecimiento del producto,  $dY/dt > 0$ . El equilibrio en el mercado de bienes existe cuando  $A(R, Y, F) = Y$  de suerte tal que  $dY/dt = 0$ .

Mientras que en el IS-LM simple de libro de texto se considera únicamente a la tasa de interés nominal de corto plazo  $i$  como referente monetario, en la versión de largo plazo coexiste con la tasa real de corto plazo  $r$  y la tasa de interés real de largo plazo  $R$ . La tasa de interés real de corto plazo será igual a la tasa nominal  $i$  menos la tasa esperada de inflación  $\pi^e$ .

$$r = i - \pi^e \quad 2.2$$

El arbitraje entre el rendimiento de los activos financieros de largo plazo y el rendimiento de los activos de corto plazo permite que la brecha entre las tasas sea igual al premio al riesgo financiero  $\alpha$ . Ahora bien, si el rendimiento a largo plazo implica que a la tasa que paga un activo financiero  $R$ <sup>25</sup> se le resta la tasa de ganancia del capital, o sea

$$R - \frac{dR/dt}{R}, \quad 2.3$$

donde  $\frac{dR/dt}{R}$  representa la tasa de ganancia del capital (Blanchard, 1989), se pueden combinar las ecuaciones 2.2 y 2.3 para representar el arbitraje financiero, obteniendo:

<sup>25</sup> Que será el inverso de su precio  $Q$ . Es decir,  $R = 1/Q$ .

$$R - \frac{dR/dt}{R} = r + \alpha = i - \pi^e + \alpha \quad 2.4$$

Para el equilibrio en el mercado de activos se requiere que no existan motivos para variar la tasa de interés real de largo plazo, ya sea por inconstancias en la productividad del capital o por las expectativas de los agentes. O sea que cuando  $dR/dt=0$ , se cumple la condición de equilibrio:

$$R = r + \alpha = i - \pi^e + \alpha \quad 2.5$$

Es decir que la tasa de interés real de largo plazo es igual a la de corto plazo más el premio al riesgo. Esto, a su vez, será idéntico a la tasa nominal de corto plazo descontada por la inflación esperada más el premio al riesgo. Cuando los agentes económicos consideren que su situación corriente no se mantendrá en el tiempo, tenderán a provocar, inmediatamente, ajustes en el interés de largo plazo  $R$ . En ese caso,  $dR/dt$ , en la ecuación 2.4, será distinto de cero y el mercado de activos estará en desequilibrio. Este, precisamente, es el "canal de expectativas" en el modelo del largo plazo. Entonces  $R$  está influido por las expectativas y la tasa de ganancia del capital,  $r$  será igual a la tasa nominal de interés descontando la inflación esperada, el premio al riesgo será, en el modelo, una constante. Ante esto, surge la siguiente pregunta: ¿Qué determina, en última instancia, el equilibrio en el mercado de activos?

La tasa de interés nominal de corto plazo se encuentra determinada por el equilibrio en el mercado monetario. Tal cosa sucede de la misma manera en que se equilibra en la versión de corto plazo. Esto es, igualdad entre la oferta monetaria, sobre la que el banco central tiene poder a través del control de la base monetaria, y la demanda de dinero. A esta relación se le conoce como LM (ver ecuación 2.6).

$$\frac{M^s}{P} = L(i, Y) \quad 2.6$$

Es decir que, para el equilibrio en el mercado de activos no basta el equilibrio en el mercado monetario (condición suficiente del modelo de corto plazo) sino que se considera el arbitraje financiero que iguale las tasas de los bonos a distintos plazos. Sin embargo, la autoridad monetaria seguirá teniendo amplio control en este punto ya que, si decide modificar la oferta monetaria real, la tasa de interés nominal podrá variar provocando reacciones entre los agentes ante divergencias entre los rendimientos de los activos.

Las condiciones del equilibrio en el mercado financiero, así como las opciones de política para influir en éste se ven claramente sustituyendo 2.5, resuelta para el interés, en 2.6, con lo que se obtiene:

$$\frac{M}{P} = L\left(R - \frac{dR/dt}{R} + \pi^e - \alpha, Y\right) \quad 2.7$$

En este modelo existe posibilidad para la interacción entre mercados, dando un tratamiento recursivo, dinámico, al comportamiento macro de la economía:

“Esta extensión da cuentas sobre la complejidad de las interacciones entre el mercado de activos y el mercado de bienes. Dado el nivel de producto los saldos monetarios reales determinan la tasa nominal de interés de corto plazo. Dada la expectativa de inflación esto determina la tasa real de corto plazo. La expectativa del comportamiento corriente y futuro de la tasa real influye en la determinación del producto.” (Blanchard, 1989).

El equilibrio en el modelo, decíamos más arriba, requiere que, en la ecuación 2.1, el gasto agregado  $A$  sea igual al producto  $Y$ , mientras que en la ecuación 2.7 el equilibrio en el mercado de activos requiere que  $R = r + \alpha = i - \pi^e + \alpha$ , de suerte tal que en la economía se observe la tasa  $R$  correspondiente al nivel de producto y oferta monetaria corrientes. En suma, de acuerdo con Blanchard (1989), el equilibrio de largo plazo requiere que:

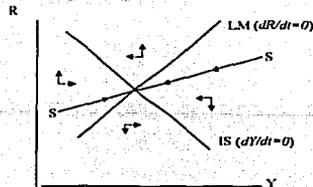
$$\begin{aligned}\frac{dY}{dt} &= 0 \\ \frac{dR}{dt} &= 0\end{aligned}\tag{2.8}$$

Lo que requiere, a su vez, que

$$\begin{aligned}A(R, Y, F) &= Y \\ \frac{\bar{M}^s}{P} &= L(R + \pi^e - \alpha, Y)\end{aligned}\tag{2.9}$$

Las ecuaciones de 2.9 definen las pendientes en el espacio  $[R, Y]$  de la siguiente manera: negativa para la IS y positiva para la LM. En el mercado de bienes, una tasa de interés real de largo plazo más alta (baja) afecta al consumo y la inversión reduciendo (aumentando) el gasto agregado y provocando que, para mantener el equilibrio, el producto disminuya (se incremente). En cuanto al mercado de activos, una  $R$  alta (baja) provoca que, para mantener el equilibrio, la tasa real de corto plazo,  $r$ , tenga que elevarse (disminuir) igualmente. Dada la expectativa de inflación ello solo será posible si la tasa nominal de corto plazo se eleva (reduce) en una proporción similar. Con una oferta monetaria real dada, el alza (baja) en  $i$  se logra incrementando (reduciendo) la demanda de dinero por el motivo transacción, suponiendo así un mayor (menor) nivel de producto. Por ello, en las combinaciones de tasa de interés  $R$  y nivel de producto  $Y$  que estén sobre las curvas, se cumplirá la condición de equilibrio de 2.8. El sistema tiene asociada una dinámica del comportamiento en el tiempo. En la figura 2.1 se especifica la dinámica del sistema a través de trayectorias de comportamiento de las variables.

**Figura 2.1**  
**Modelo IS-LM**



A la derecha de la curva IS (que se construye a partir de la ecuación 2.1), el gasto es menor que el producto, puesto que en esa región del espacio la tasa de interés  $R$  será superior a aquella que mantenga el equilibrio. Por tanto, decíamos, el gasto está por debajo del producto y éste, con el paso del tiempo, comenzará a declinar. Existen dos flechas horizontales apuntando de derecha a izquierda por encima de la IS. Estas flechas representan comportamiento dinámico. Lo contrario sucede a la izquierda de la IS, donde el gasto superará al producto y éste tenderá a crecer. Por ello, las flechas horizontales (relacionadas con la IS) denotan un comportamiento estable de acuerdo a 2.1. Ahora bien, las flechas verticales están relacionadas con la curva LM y representan la trayectoria de comportamiento ante situaciones de desequilibrio.

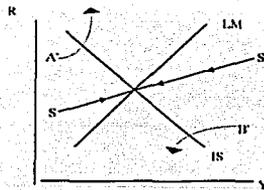
Conforme nos ubiquemos a la derecha de la curva LM (construida a partir de la ecuación 2.7) la demanda de saldos reales estará creciendo (debido al motivo transacción). Para mantener el equilibrio, en la ecuación 2.7 se observa que dicho incremento (en  $Y$ ) debe ser anulado por una reducción en  $dR/dt$ . Si este último término es menor a cero, estará suponiendo reducciones en  $R$ , que se representan en el diagrama por las flechas verticales que miran hacia abajo. Lo contrario sucede si nos ubicamos a la izquierda de la LM. La combinación de trayectorias dan como resultado las flechas de la figura 2.1, que en la literatura se suele llamar "punto de silla" o "ensilladura".<sup>26</sup> El sistema de trayectorias define que, si uno se ubica cuidadosamente, existe una senda que lleva al equilibrio (la curva  $SS$ ). Si en la economía se observa una combinación de producto y tasa real de interés  $R$  que no corresponda ni a la intersección IS-LM ni a la senda de equilibrio  $SS$ , no habrá fuerza alguna que lleve al sistema hacia el equilibrio. Por ejemplo, si la economía, en la figura 2.2, se ubica en el punto A, el comportamiento dinámico del sistema llevarían a las variables  $[R, Y]$  en la dirección mostrada.

Lo mismo sucede para el punto B. Dado que no está ni en el equilibrio ni en la senda  $SS$ , la economía seguirá una trayectoria como la descrita por la línea punteada a partir de B. Únicamente si la economía se ubicase sobre la trayectoria  $SS$  iría gradualmente

<sup>26</sup> Una exposición detallada de los sistemas dinámicos y, en particular, del modelo de "ensilladura", se encuentra en Hurewicz (1990), Argandoña (1996), o aún Begg (1989).

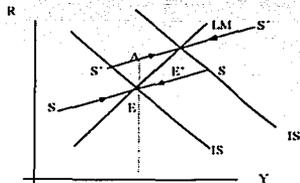
acercándose al equilibrio. Los cambios en las variables de política ( $F, M^S$ ) provocan desplazamientos de las curvas respectivas, dando lugar a un tratamiento similar a la estática comparativa, solo que queda explícita la trayectoria de la economía en el tiempo. Consideremos, en un primer caso, una política fiscal expansiva no anticipada.<sup>27</sup> El mayor gasto del gobierno (o una menor tasa impositiva) logran que el término  $F$  de la ecuación 2.1 se eleve, generando un incremento de la demanda agregada y, por tanto, del producto de equilibrio.

**Figura 2.2**  
**Dinámica del modelo IS-LM**



El resultado es que se provoca un desplazamiento de la curva IS a la derecha, pues el nivel de producto que permite que  $dy/dt=0$ , ante un mayor gasto, es ahora mayor. La figura 2.3 recoge el planteamiento.

**Figura 2.3**  
**Modelo IS-LM: Expansión fiscal**



<sup>27</sup> El hecho de que la política sea sorpresiva evita que los agentes modifiquen la tasa de interés real de largo plazo *antes* de su implementación. En el caso en el que la política es anunciada, sus efectos macroeconómicos comienzan aún antes de que en verdad se lleve a cabo gracias a que los agentes modifican sus expectativas para el futuro y hacen variar poco a poco la tasa  $R$ . El ejemplo de Blanchard (1989) versa precisamente en este último caso.

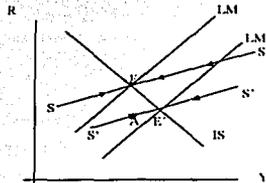
Un aumento no anticipado de, por ejemplo, el índice  $F$  de la posición fiscal genera un nuevo equilibrio  $E'$  en la figura 2.3. Sin embargo, el producto se ajusta de manera lenta al mayor gasto agregado. El choque fiscal provoca cambios en la expectativa de la situación futura afectando al alza el valor actual de la tasa de interés real de largo plazo  $R$ . Mientras el producto y la oferta monetaria real se mantienen constantes no existen motivos para que la tasa nominal  $i$  se modifique, rompiéndose así el equilibrio en el mercado de activos y situando a la economía en el punto A, con una  $R$  mayor y  $Y$  invariable. El producto comenzará su sigiloso ajuste, de acuerdo a la ecuación 2.1, ante un mayor gasto, por lo que  $dY/dt > 0$ . La tasa  $R$  seguirá creciendo con el producto acatando la dinámica del ajuste establecida en la figura 2.1. La economía estará, eventualmente, en la nueva senda única de equilibrio asociada a  $S'S'$ . En el nuevo equilibrio, el producto será mayor y el arbitraje determinará valores de equilibrio mayores de  $r$  y  $R$ .

Análogamente, una expansión no anticipada de la oferta monetaria provoca una dinámica del producto similar. En la figura 2.4 se encuentra este caso. La mayor oferta monetaria tiene el efecto inmediato de provocar una caída en la tasa nominal de interés  $i$  y, ante valores dados del premio al riesgo  $\alpha$  y de la expectativa de inflación  $\pi^e$ , provoca que el valor de  $R$  de equilibrio sea menor para cualquier nivel de ingreso. Por ello, la mayor oferta monetaria desplaza la curva LM a la derecha, cambiando el punto de equilibrio de largo plazo del punto E hacia E'. Sin embargo, el producto no cambia inmediatamente. La economía se encuentra en el punto E aún después de la expansión monetaria. Una vez que los agentes perciben la política expansiva comienzan a transar bonos de largo plazo con un menor rendimiento, dado que intentan, por medio del arbitraje, igualar el rendimiento de tales bonos con la tasa real de corto plazo, que ahora es menor.

Así, la tasa  $R$  comienza a bajar. Al llegar a un valor dado, la economía tendrá una combinación tal de producto (que será aún el mismo al de antes de la expansión monetaria) y tasa  $R$  que se encontraría con la nueva senda estable del nuevo equilibrio asociado a  $LM'$ . Una vez ahí (punto A), la tasa  $R$  será una menor a la necesaria para el equilibrio en el mercado de bienes, por lo que irá afectando al gasto agregado aumentándolo. El equilibrio representado en la ecuación 2.1 se rompe y el producto comienza a responder

paulatinamente a ésta diferencia. La economía se encuentra en la senda  $S'S'$  que lleva al equilibrio  $E'$ . La política monetaria expansiva provoca que, con el tiempo y al igual que la política fiscal expansiva, el producto de la economía se eleve. Las dos políticas se distinguen en el efecto sobre la tasa de interés real  $R$  en el largo plazo, pues mientras la fiscal tiende a elevarla, la monetaria la reduce.

**Figura 2.4**  
**Modelo IS-LM: expansión monetaria no anticipada**



Notemos que no estamos considerando, de ninguna manera, los tópicos de una economía abierta. No hemos considerado las exportaciones netas como un componente del gasto agregado ni hemos considerado los efectos financieros (en particular, sobre tasa de interés) de la perfecta movilidad de capitales. De igual forma, hemos omitido el análisis de los regímenes cambiarios como factor determinante de la política macroeconómica. La imagen que tenemos hasta el momento representa la macroeconomía para una economía cerrada. Sobre el esquema hasta aquí expuesto se ha incluido una curva de equilibrio ecológico. Anthony Heyes, de la University of London, responde de esa manera al llamado que Daly (1991) realiza en pos de la macroeconomía ambiental. El estudio del ejercicio teórico de Heyes, así como de la crítica y extensión que realiza Philip Lawn, de la australiana Flinders University, da cuerpo a las siguientes secciones.

## C) La propuesta para “enverdecer” la macro: la curva de equilibrio ecológico y el modelo IS-LM-EE

El medio ambiente, dice Heyes, “se ha convertido en un tema muy amplio de política en las dos últimas décadas” y, al margen de la contabilidad nacional “verde”, “los modelos macroeconómicos más importantes –aquellos que se encuentran en los libros de texto populares y usados en el análisis de política cotidiano- deben ser adaptados para incorporar los objetivos y restricciones ambientales” (Heyes, 2000). El economista inglés utiliza el IS-LM, considerado generalmente como el modelo “caballito de batalla” de los macroeconomistas, dada la simplicidad de su formulación y su capacidad de análisis, e incorpora una curva EE (por *environmental equilibrium*) formulada a partir de elementos cruciales derivados de la visión preanalítica de la economía ecológica. Heyes argumenta, como fundamento central de dicha curva, que la economía ecológica “enfatisa que el medio ambiente natural tiene una capacidad de carga agregada –incorporando una restricción al máximo nivel posible de actividad económica” (Heyes, 2000).

El modelo IS-LM-EE se basa en el modelo IS-LM de Blanchard (1989) el cual es una versión de largo plazo que incluye expectativas, aversión al riesgo y dinámica del producto. Conocemos las características de este modelo, pues lo hemos expuesto en la sección anterior, pero ignoramos los conceptos que la curva EE recoge en su construcción. Enseguida, se explica brevemente la idea fundamental, extraída de la economía ecológica, que sirve de fundamento a la curva EE.

### La restricción del equilibrio ecológico

Existen tres elementos fundamentales que son representados en la nueva curva:

- La degradación ecológica.
- La intensidad ambiental agregada de la economía, y
- La capacidad autónoma del ambiente para regenerarse.

La degradación ecológica es determinada por la relación que guardan los demás elementos. Cuando la intensidad ambiental agregada de la economía sea mayor a la capacidad autónoma de regeneración el medio ambiente se degradará paulatinamente. El equilibrio se presenta cuando la intensidad ambiental iguala a la capacidad autónoma, de suerte tal que se respeta la capacidad de carga y el medio ambiente no se degrada.

Si la curva IS y la curva LM representan las condiciones en tasa de interés y nivel de producto para el equilibrio en el mercado de bienes y en el monetario respectivamente, la curva EE reflejará la combinación de tasa de interés y producto para el mantenimiento del equilibrio ecológico. La interpretación gráfica es muy similar: si nos ubicamos en un punto sobre la IS o la LM estaremos en una combinación interés-producto que posibilita los equilibrios respectivos. De igual forma, si imaginamos un punto sobre una curva EE estaremos en el par ordenado  $[R, Y]$  de suerte tal que exista equilibrio ecológico (i.e. que la intensidad ambiental agregada de la economía no supere la tasa autónoma de regeneración ambiental; en otras palabras, que la economía no utilice bienes y servicios ambientales a una tasa superior a la que el medio natural puede proveerlos).

De esta manera el equilibrio ecológico (o la degradación *cero*) depende de la relación que guarde la intensidad ambiental con la tasa autónoma de regeneración, ya que si la primera supera a la segunda, la degradación será positiva; y si es inferior la degradación será negativa (lo que es lo mismo, habrá restauración) y si son iguales la degradación será nula, por lo que habrá equilibrio. Pasemos ahora al examen de los determinantes.

### i) La intensidad ambiental

La intensidad ambiental es el monto de un bien compuesto denominado "medio ambiente" utilizado en la elaboración de una unidad promedio de producto (Heyes, 2000). Esta frase deriva directamente de las ideas expuestas en el primer capítulo, en el sentido de que la obtención del producto requiere invariablemente recursos naturales como insumos. La economía, a través de la producción y la aceptación de las leyes termodinámicas, realiza inserciones en el sistema ecológico en busca de la materia prima necesaria para la

producción. La intensidad ambiental es un indicador de cuánta materia-energía ambiental se requiere para la producción de un bien. Cuando se considere un bien representativo, digamos, promedio, tendremos una idea de la intensidad ambiental promedio de la macroeconomía. Se representará por  $e$  y será una función de la tasa de interés real de largo plazo y de la regulación ambiental en la economía:

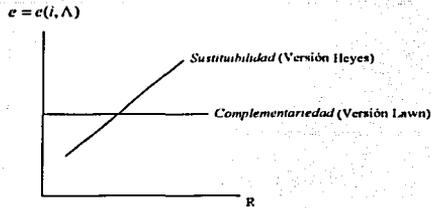
$$e = e(R, \lambda) \quad 2.10$$

La ecuación denota que la intensidad ambiental es una función de la tasa de interés  $R$  y del parámetro que mide la regulación ambiental en la economía ( $0 < \lambda < 1$ ) (Heyes, 2000).<sup>28</sup> La respuesta de la intensidad ambiental a variaciones en la tasa de interés será proporcional cuando los servicios ambientales y los servicios del capital sean sustitutos. Un alza en el interés llevará a una elección de tecnología intensiva en recursos naturales y, por tanto, a una elevación de la intensidad ambiental de la actividad económica. Una disminución permitirá desarrollar tecnologías "verdes" y sustituir servicios ambientales por servicios de capital. El indicador de la intensidad de los factores,  $e$ , capturará entonces la elección de tecnología.<sup>29</sup> Al analizar la intensidad ambiental de la actividad económica adquiere relevancia el debate entre sustituibilidad *versus* complementariedad de los factores productivos. Anthony Heyes realiza su ejercicio suponiendo que el capital y los servicios ambientales son sustitutos. Más adelante, al analizar la crítica y extensión de Philip Lawn, discutiremos a detalle este punto. De pronto, como avance, veamos en la figura 2.5 la diferencia de suponer factores sustitutos a factores complementarios.

<sup>28</sup> El parámetro institucional "captura el estado del desarrollo de la regulación ambiental en la economía o, más concretamente, la fracción de servicios ambientales (daño) por los que el usuario paga" (Heyes, 2000). Mide, por así decirlo, el grado en que los costos ambientales son internalizados en los precios o en algún otro mecanismo de valoración económica. Se considera a  $\lambda$  como un indicador del grado de desarrollo de la gestión ambiental en su conjunto, donde un valor cercano a cero indicará una nula política ambiental y un valor cercano a uno será para una exitosa política ambiental, independientemente de si sus instrumentos se relacionan o no con la internalización de los costos a los precios mediante algún mecanismo (como el de "el que contamina paga"). Para una exposición general de los instrumentos probables de política ambiental, véase Martínez Alier (2001). Para una exposición más rigurosa de los instrumentos propuestos por la economía ambiental, ver Baumol y Oates (1975).

<sup>29</sup> El ejemplo de Heyes, con el que explica este punto, reza como sigue: "El impacto ambiental del desarrollo económico en, digamos, Polonia dependerá no únicamente del nivel de producto observado, sino también de la selección de tecnología con la que ese producto es obtenido. El supuesto clave es que el capital y los servicios ambientales son sustitutos. Los productores polacos elegirán entre una planta industrial más limpia pero más intensiva en capital y una más sucia y menos intensiva en capital. Un valor alto de  $R$  y/o valores bajos de  $\lambda$  llevan a la elección de tecnología, *ceteris paribus*, a favor de la última" (Heyes, 2000).

**Figura 2.5**  
**Relación entre la intensidad ambiental y**  
**la tasa de interés de largo plazo**



En el supuesto de factores sustitutos, altas tasas de interés harán que en la economía se favorezca la tecnología intensiva en servicios ambientales sustituyendo los servicios del capital. Con ello se provoca una elevada intensidad ambiental. Si en vez de sustituibilidad hubiera complementariedad, la intensidad ambiental no variará con la tasa de interés, ya que la tecnología impide variar el monto de recursos naturales por unidad de producto. En este caso la intensidad es insensible a variaciones en la tasa de interés. La intensidad ambiental de la actividad económica es un indicador de la elección de tecnología en una economía. Una intensidad alta (baja) reflejará la existencia de tecnologías ineficientes (eficientes) en el uso y manejo de insumos ambientales.

Si la intensidad ambiental de la actividad económica refleja el uso del bien compuesto llamado "ambiente" por unidad de producto, al multiplicarla por la producción total obtendremos un indicador agregado más representativo de una situación macroeconómica.

$$e = e(R, \Lambda)Y$$

2.11

Así, la intensidad ambiental agregada de la economía podrá variar, debido a que la elección de tecnología es función de la tasa de interés, ante a) cambios en la tasa de interés  $R$ , b) mejoras en la política ambiental  $\Lambda$ , o c) una variación en el nivel de producto  $Y$ .

## ii) La tasa autónoma de regeneración

Denotada simplemente por  $sE_t$ , refleja la capacidad del medio ambiente para renovarse. El valor de  $s$  reflejaría la tasa a la que el ambiente "se alista" para prestar sus servicios ambientales. Es una tasa autónoma pues depende de las características ecológicas del ecosistema, y su variación no depende de la política ambiental ni de la actividad económica. El término  $E_t$  representa el acervo físico de la variable "medio ambiente" en el momento  $t$  (Heyes, 2000).

Podríamos pensar que ante escenarios de degradación ecológica aguda la tasa de regeneración tendría que modificarse, pues un ecosistema excesivamente alterado no se regenera de la misma manera que uno sano. Sin embargo representar esto en el modelo complica su formulación y la inclusión de la curva en el IS-LM, por lo que bastará el supuesto de que dicha tasa es autónoma. El término  $sE$  se puede interpretar satisfactoriamente como la capacidad de carga del ecosistema y encuentra lugar protagónico en la definición de la sustentabilidad macro, pues la utilización de recursos en la actividad económica (la intensidad ambiental agregada de la economía) no debe superar la tasa autónoma de regeneración ecológica para no causar degradación.

## iii) La condición de sustentabilidad macroeconómica y la degradación ambiental

Vemos entonces que se involucran dos elementos: la utilización agregada de bienes y servicios ambientales y la tasa a la que el medio ambiente es capaz de proveerlos sin caer en desequilibrios. Conviene hacer una analogía aquí: los elementos involucrados se asemejan a la idea clásica de conservación de un recurso natural renovable, es decir que la tasa de extracción no debe superar la tasa de renovación, de manera tal que se evite su agotamiento. Se dice que la utilización del recurso natural es sustentable cuando la tasa de extracción se iguala a la de renovación condicionando una disponibilidad prolongada del recurso. El mecanismo para los elementos definidos en la EE, como decimos, es análogo (aunque con proporciones guardadas pues en el medio natural no sólo hay recursos

renovables, sino no renovables y recursos globales de difícil tratamiento –como la capa de ozono y la capacidad de absorción de CO<sub>2</sub>-).

La sustentabilidad macroeconómica dependerá entonces de la relación de las tasas de las que hemos venido hablando. Si la macroeconomía utiliza recursos naturales a una tasa superior a la que el medio ambiente es capaz de proveerlos existirá agotamiento y degradación ecológica, reflejando entonces una situación no sustentable. Por el contrario, si la primera tasa es inferior a la segunda no habrá degradación, siendo así sustentable. Para propósitos de fácil exposición supondremos también que una situación es sustentable cuando las tasas son iguales, es decir que el ritmo al que la economía utiliza bienes ambientales es igual al que el medio ambiente provee tales recursos. Digamos, entonces, que la sustentabilidad de la economía se define como aquél momento en que la intensidad agregada de la economía se equipara a la tasa autónoma de regeneración ambiental. Formalmente:

$$e(R, \Lambda)Y = sE \quad 2.12$$

La ecuación 2.12 define la sustentabilidad ambiental y solo expresa formalmente lo que hasta aquí se ha dicho. Consecuentemente, una situación no sustentable será aquella en que la intensidad ambiental sea mayor a la tasa de regeneración, lo que hace posible la existencia de degradación ambiental, o bien

$$e(R, \Lambda)Y > sE \quad 2.12a$$

Estas ideas constituyen una restricción ecológica a la macroeconomía y su crecimiento pues, si se es consciente de la meta de sustentabilidad ecológica, ante valores dados de  $sE$ ,  $R$  y de  $\Lambda$ , sólo existe un nivel de producto ambientalmente sustentable. Esto quiere decir que la economía no podría obtener un producto mayor (i.e. no podría crecer) más allá de ese nivel de producto. En ello se basa la restricción ecológica a la macroeconomía. Lo que ella dice no es nada distinto a lo que se decía en el primer capítulo, en el sentido de que, bajo la visión pre-analítica de la economía ecológica, la macroeconomía está imposibilitada a crecer por siempre y, más aún, si el sistema se quiere

que sea "sustentable", la macroeconomía no debiera entonces sobrepasar los límites impuestos por la escala y tamaño óptimos con relación al ecosistema del cual ella es parte. La igualdad de 2.12 refleja precisamente esa situación.

### La ecuación de equilibrio ecológico y la curva EE

La ecuación del equilibrio ecológico, con base en lo hasta aquí expuesto, se construye relacionando los tres elementos discutidos a propósito de la restricción ambiental. Una economía sustentable, decíamos, será aquella cuya intensidad ambiental agregada sea igual a la capacidad autónoma de regeneración del medio ambiente. Esto, precisamente, es lo que la igualdad en 2.12 informa. Si nosotros entendemos que el medio ambiente no se degradará cuando 2.12 se verifique, podemos decir que en esa situación la tasa de degradación ambiental será cero. Así, si entendemos, siguiendo a Heyes, que puede existir una medida  $E$  de calidad ambiental, la tasa de degradación ambiental será:

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} < 0 \\ \text{o bien} & \qquad \qquad \qquad 2.13 \\ -\left(\frac{dE}{dt}\right) \end{aligned}$$

Y dicho término será distinto de cero en la medida en que no se cumpla la igualdad en 2.12. Entonces, estableciendo que la degradación ambiental dependerá de la relación entre la intensidad ambiental agregada de la economía y de la tasa autónoma de regeneración, tenemos:

$$\left(\frac{dE}{dt}\right) = e(R, \Lambda)Y - sE \qquad 2.14$$

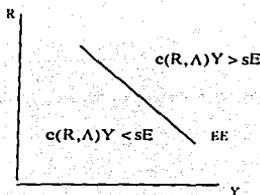
A la ecuación 2.14 se le denomina EE e informa las condiciones para que la degradación ambiental sea cero. Heyes lo explica de la siguiente manera: "El equilibrio ambiental (o estado estacionario) en un modelo simple como este requerirá que  $dE/dt = 0$

de tal forma que es posible definir el *locus* para el "equilibrio ambiental" en el espacio  $[R, Y]$ " (Heyes, 2000), o, lo que es lo mismo, definir la curva EE a partir de 2.14. La diferenciación implícita de 2.14 define que la curva tiene pendiente negativa:

$$\frac{dR}{dY} \Big|_{\frac{dB}{dt}=0} = - \frac{c}{c_R Y} \quad 2.14a$$

Lo cual tiene perfectamente sentido con la teoría que respalda esta construcción. Una curva de pendiente negativa en el espacio  $[R, Y]$  supone que a medida que disminuye la tasa de interés  $R$ , aumenta el producto  $Y$ . Por otro lado, si la tasa  $R$  disminuye, la elección agregada de tecnología será una intensiva en capital y, por tanto, se estará sustituyendo servicios ambientales. Es decir que, a medida que se utiliza más capital (debido a que ha disminuido su costo) es posible dejar de utilizar bienes y servicios ambientales, de suerte tal que será posible que la economía obtenga un producto mayor compatible con el equilibrio ecológico. Lo contrario es más claro: A medida que la tasa  $R$  se eleva (aumentando el costo del capital) la elección de tecnología será una intensiva en bienes y servicios ambientales de suerte tal que, si se pretende respetar la capacidad de carga del ecosistema (entendida como  $sE$ ), se reduce el nivel de producto de equilibrio posible. Con estas ideas es posible dibujar, en la figura 2.6, la curva EE en el mismo espacio en que se dibuja el IS-LM.

**Figura 2.6**  
**Curva de equilibrio ecológico EE**



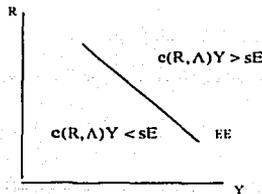
Por encima de la curva EE, o bien, a su derecha, existirá degradación ecológica debido a que la intensidad agregada de la economía es superior a la tasa de regeneración del

de tal forma que es posible definir el *locus* para el “equilibrio ambiental” en el espacio  $[R, Y]$  (Heyes, 2000), o, lo que es lo mismo, definir la curva EE a partir de 2.14. La diferenciación implícita de 2.14 define que la curva tiene pendiente negativa:

$$\left. \frac{dR}{dY} \right|_{\frac{dE}{dt}=0} = - \frac{c}{c_R Y} \quad 2.14a$$

Lo cual tiene perfectamente sentido con la teoría que respalda esta construcción. Una curva de pendiente negativa en el espacio  $[R, Y]$  supone que a medida que disminuye la tasa de interés  $R$ , aumenta el producto  $Y$ . Por otro lado, si la tasa  $R$  disminuye, la elección agregada de tecnología será una intensiva en capital y, por tanto, se estará sustituyendo servicios ambientales. Es decir que, a medida que se utiliza más capital (debido a que ha disminuido su costo) es posible dejar de utilizar bienes y servicios ambientales, de suerte tal que será posible que la economía obtenga un producto mayor compatible con el equilibrio ecológico. Lo contrario es más claro: A medida que la tasa  $R$  se eleva (aumentando el costo del capital) la elección de tecnología será una intensiva en bienes y servicios ambientales de suerte tal que, si se pretende respetar la capacidad de carga del ecosistema (entendida como  $sE$ ), se reduce el nivel de producto de equilibrio posible. Con estas ideas es posible dibujar, en la figura 2.6, la curva EE en el mismo espacio en que se dibuja el IS-LM.

**Figura 2.6**  
**Curva de equilibrio ecológico EE**



Por encima de la curva EE, o bien, a su derecha, existirá degradación ecológica debido a que la intensidad agregada de la economía es superior a la tasa de regeneración del

ecosistema. Ello se debería a tres razones posibles: *a)* el nivel de producto es superior al que permite la condición de sustentabilidad dada una tasa de interés de largo plazo  $R$ , *b)* dado un nivel de producto, la existencia de un elevado nivel de la tasa de interés obliga a que en la economía se utilice excesivamente el capital natural, es decir, que se esté sustituyendo capital natural por capital hecho por la mano del hombre, y *c)* que ambas opciones se presenten, o sea, que tanto el nivel de producto como la tasa de interés presenten niveles elevados respecto a los necesarios para representar una combinación de ambos sobre la curva EE.

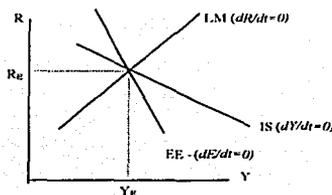
Por el contrario, debajo de la EE (o, lo que es lo mismo, a su izquierda), existe "degradación ambiental negativa" o reestablecimiento ambiental<sup>30</sup> dado que la tasa a la que la economía extrae bienes y servicios ambientales es menor a la tasa a la que el medio ambiente los provee. El único lugar en que la degradación ambiental es igual a cero son los puntos sobre la curva EE, para los que  $e(R,A)Y = sE$ . Los cambios en la política ambiental provocarán un desplazamiento de la curva a través de las variaciones en  $A$ . Un valor mayor del parámetro de política desplazará la curva a la derecha, dado que la política ambiental será más activa (obligará al usuario, sea éste público o privado, a asumir el costo total —o al menos buena parte— infringido al medio ambiente por la actividad que realice) y permitirá que, dada una tasa de interés real dada, el producto sustentable ecológicamente sea mayor.

La curva EE puede ser añadida en el esquema IS-LM, dando como resultado un modelo representado en un sistema de 3 ecuaciones y tres curvas. La figura 2.7 representa el modelo IS-LM-EE tal y como Anthony Heyes lo presenta en su propuesta. El sistema se soluciona de la siguiente manera. La sección IS-LM tiene el papel de determinar el valor de la tasa real de interés real de largo plazo a través de su equilibrio. Una vez determinada  $R$ , se sustituye en la ecuación 2.14 y se analiza el resultado. Si, por casualidad, el valor de la  $R$  es aquél para el que la intensidad agregada  $eY$  se iguala a la tasa de regeneración  $sE$  existirá, de forma simultánea al equilibrio macroeconómico, equilibrio ecológico. Es decir, gráficamente, habrá una intersección del equilibrio IS-LM con la curva EE, definiendo así el equilibrio global del sistema IS-LM-EE. El nivel de producto resultante de éste equilibrio

<sup>30</sup> *Net natural enhancement* en la literatura.

será aquél que, con base en las ideas del capítulo primero, la escala y el tamaño de la economía son los óptimos con relación al ecosistema. Un nivel de producto mayor representaría una escala y un tamaño del subsistema mayor al ambientalmente sustentable. Esto se representa, en el diagrama, a la derecha del equilibrio IS-LM-EE y, en general, a la derecha de la curva EE.

**Figura 2.7**  
**Modelo IS-LM-EE**



$$\text{Modelo IS-LM-EE} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{dY}{dt} = \phi[A(R, Y, F) - Y] \\ \frac{M^s}{P} = L(R - \frac{dR}{dt} + \pi^E - \alpha, Y) \\ - \left( \frac{dE}{dt} \right) = e(R, \Lambda)Y - sE \end{array} \right.$$

La razón de llamarle “restricción” a la curva EE es que muestra los niveles de ingreso consistentes con la noción de sustentabilidad ambiental aportada por la economía ecológica. Dada una tasa de interés, digamos  $R_E$ , la curva EE informa que el nivel de producto consistente con el equilibrio ecológico es  $Y_E$ . Si la economía efectivamente tiene ese nivel de producto, como de hecho sucede en la figura 2.7, estará respetando las condiciones de equilibrio ambiental. Si el equilibrio estuviera a la derecha de la curva EE, aún con la misma tasa de interés, se definiría un nivel de producto no sustentable, pues  $eY > sE$ . Por tanto, si el equilibrio macroeconómico IS-LM ocurre en alguna combinación de tasa de interés  $R$  y nivel de producto  $Y$  que coincida con los requeridos para el equilibrio ambiental (esto es, que la intersección IS-LM ocurra sobre la curva EE), hablamos de una

economía ambientalmente sustentable. Por tanto, una economía sustentable en el largo plazo se representa con un equilibrio como el de la figura 2.7. Notemos que nos hemos acercado a la noción, mucho más vaga, del desarrollo sustentable. Hasta aquí hemos logrado definir las características macroeconómicas de una economía sustentable.

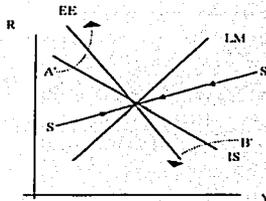
La construcción del modelo implica un tratamiento por separado de las curvas, en particular de la curva EE con respecto al equilibrio IS-LM. Es decir, será más interesante estudiar equilibrios IS-LM y su relación con la curva EE, a estudiar equilibrio IS-EE, por ejemplo, y su relación con la curva LM. Además, este tratamiento es más parecido a lo que en realidad puede suceder, en el sentido de que el equilibrio macroeconómico puede tener lugar independientemente del equilibrio ecológico. Es más, las condiciones del equilibrio macroeconómico, estudiadas en la sección A de este capítulo, son independientes de las condiciones del equilibrio ecológico. Por ello, resulta relevante estudiar equilibrios IS-LM por fuera (esto es, a la derecha de la curva EE) en lugar de estudiar situaciones de equilibrio. Dado que las decisiones económicas de consumo, inversión, gasto público, oferta monetaria, etcétera, se mantienen invariables aún después de la introducción de la restricción ecológica, es posible suponer que la dinámica del modelo, expuesta en la figura 2.1, se mantiene aún después de la introducción de la curva EE. Estas afirmaciones, derivadas de la base teórica de Blanchard y basadas en la propuesta de Heyes, tienen implicaciones interesantes, que veremos a continuación.

## D) Implicaciones del modelo y política macroeconómica: la “posición Heyes”

En el apartado A del presente capítulo, en la sección de la dinámica del modelo, vimos que existe, ante una condición inicial distinta del equilibrio, una senda única de trayectoria del comportamiento macro que lleva hacia el equilibrio. Tal cosa se representa en la figura 2.2. Si la economía estuviese, por alguna razón, en el punto A o en el B, no existen mecanismos automáticos que lleven al equilibrio. Únicamente si se ubica sobre la trayectoria SS se acercará, con el tiempo, a un punto de equilibrio. La incorporación de la

curva EE no altera en lo absoluto la determinación de la combinación de equilibrio IS-LM entre producto y tasa de interés. Por tal razón es posible suponer que la dinámica de la figura 2.2 no se altera, y por ello la dinámica del IS-LM-EE queda como sigue.<sup>31</sup>

**Figura 2.8**  
**Dinámica del modelo IS-LM-EE**



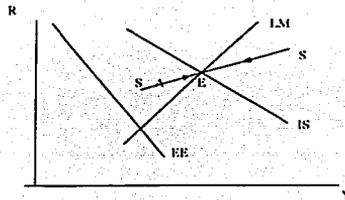
Este hecho adquiere relevancia cuando suponemos que el equilibrio IS-LM se da a la derecha de la curva EE. En tal caso, el hecho de que el nivel de producto observado sea mayor al ecológicamente permitido únicamente nos informa que la economía es no sustentable ambientalmente, más no implica que la economía vaya a regresar, por medio de algún mecanismo oculto aún a nuestros ojos, a establecerse sobre la curva EE. Por ello decimos que, en la figura 2.9, ante una situación como la del punto A, la economía irá hacia el punto E, alejándose aún más del equilibrio ecológico (pues el producto está creciendo y la tasa de interés  $R$  aumentando). Una vez ahí, el equilibrio IS-LM o macroeconómico impedirá que la economía, *ceteris paribus* y de manera espontánea, se aleje del equilibrio alcanzado. Es decir que, una vez en el punto E, no hay razón, ni siquiera el desequilibrio ecológico, para que la economía abandone esa situación.

Si la economía está en el punto E, manteniendo un ritmo de producción mayor al ambientalmente sustentable (suponiendo, claro está, degradación ecológica), no existen

<sup>31</sup> La dinámica del modelo no está explicada ni en el artículo de Heyes ni en el de Lawn. La deducimos a partir de la del modelo base y de un modesto razonamiento económico sobre la determinación, en momentos teóricos, del equilibrio IS-LM y el equilibrio IS-LM-EE. Ello no altera el resultado obtenido por Heyes y Lawn, sino que enriquece, a detalle, el planteamiento. Además, como se discute en este apartado, la discusión sobre la dinámica del modelo y la estabilidad de su equilibrio da importantes frutos sobre la naturaleza y posibilidades del equilibrio macroeconómico con sustentabilidad macroeconómica.

fuerzas automáticas en el sistema que “hagan saltar” a la economía fuera del punto E. Con las figuras 2.8 y 2.2, combinadas, se fundamenta la idea de que los problemas ambientales no se resuelven automáticamente. Únicamente las acciones de política pública, como la macroeconómica (en sus vertientes fiscal o monetaria) o la ambiental, pueden solucionar el problema de la figura 2.8. Ello se analiza enseguida.

**Figura 2.9**  
Equilibrio macroeconómico y desequilibrio ecológico

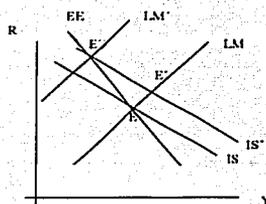


Analicemos, primero, el caso de una política fiscal expansiva. Ello, como vimos, provoca que la variable  $F$  de la ecuación 2.1 se eleve, propiciando, por razones que ya expusimos en su oportunidad, un desplazamiento a la derecha de la curva  $IS$ . Analicemos, a detalle, lo que esto provoca, y luego discutamos sobre la política post-expansión fiscal. El desplazamiento de la curva  $IS$  provoca un nuevo equilibrio de largo plazo, punto  $E'$  de la figura 2.10, al que se asocia una nueva trayectoria estable. La situación de la economía justo después de la expansión fiscal es una similar a la del punto  $A$  de la figura 2.9, solo que en ahora dicho punto está sobre la  $EE$ . Como para la combinación de producto y tasa de interés observada no hay ni equilibrio en el mercado de bienes ni equilibrio en el mercado de activos, dicha situación, a pesar de ser equilibrio ecológico, no se mantiene permanentemente.

Justo como en la figura 2.3, la tasa  $R$  comienza a elevarse (rompiéndose el equilibrio ecológico, pues la economía se ubica, con ello, a la derecha de la  $EE$ ) ante la percepción de los agentes de una mayor actividad económica. La economía eventualmente se encontrará en la nueva senda estable asociada al equilibrio  $IS'-LM$ , con lo que se acentúa

aún más el desequilibrio ecológico. Una vez en la senda estable, la economía sigue un proceso similar al descrito en la figura 2.9, con las consecuencias ya establecidas. La expansión fiscal, a partir del equilibrio global, genera un nuevo equilibrio a largo plazo, asociado a un nivel de producto abiertamente no sustentable, para el que no hay mecanismo automático de corrección.

**Figura 2.10**  
Combinación de políticas:  
la "posición Heyes"



Ante una situación como la del punto  $E'$ , se propone la coordinación de políticas. Esta reacción, que Philip Lawn denomina "posición Heyes", busca corregir el daño ecológico de una política con la utilización de la otra. Una política monetaria ambientalmente acomodaticia sería una que trasladase la  $LM$  hacia  $LM'$ , generando un proceso dinámico de ajuste que llevaría a la economía al equilibrio  $E''$ , donde se mantiene, nuevamente, el equilibrio ecológico, pero con un producto sustancialmente menor.

Lo interesante de este asunto es que únicamente con la coordinación de política es posible "corregir" el desequilibrio ecológico. Lo mismo ocurre con una política monetaria expansiva. Después de la expansión monetaria se genera un nuevo equilibrio de largo plazo, según se observa en la figura 2.4. Con ello, el equilibrio ecológico se rompe y la degradación ambiental se agrava en el nuevo equilibrio de largo plazo. Se requerirá de una política fiscal ambientalmente acomodaticia que provoque, de manera similar al ejercicio anterior, un nuevo equilibrio de largo plazo sobre la curva  $EE$ , esto es, que sea ambientalmente sustentable. En la caja 2.3 se encuentran, en resumen, las implicaciones más importantes del modelo IS-LM-EE en su planteamiento original.

## Caja 2.3.- Implicaciones del IS-LM-EE

- i) El modelo IS-LM-EE representa el esfuerzo en teoría para la "macroeconomía ambiental".
- ii) Debido a su construcción, el modelo permite un tratamiento por separado de las curvas, dejando la determinación del producto y la tasa de interés al equilibrio IS-LM e impidiendo que las condiciones del equilibrio ecológico influyan en ello.
- iii) Es posible determinar el equilibrio global del sistema cuando el equilibrio IS-LM ocurre en una combinación de  $Y$  y  $R$  tal que es un punto sobre la EE. A esa situación se le llama equilibrio IS-LM-EE y define una macroeconomía sustentable.
- iv) La dinámica del modelo IS-LM-EE "se hereda" del modelo base de Blanchard, pues la restricción ecológica no influye en ella.
- v) Con ello es posible plantear situaciones de equilibrio IS-LM (o macroeconómico) con desequilibrio ecológico. La dinámica del sistema impide que tal situación se corrija, dando certidumbre a la idea de que no hay soluciones, digamos, automáticos a los problemas ambientales.
- vi) Ante tal cosa, y definiendo los efectos de la política macroeconómica, un equilibrio parcial (es decir, equilibrio macroeconómico y desequilibrio ecológico) solo se resuelve mediante la aplicación de políticas "correctoras" o "acomodaticias" que provoquen, en el largo plazo, un nuevo equilibrio IS-LM sobre la curva EE. A esta conclusión se le conoce como "posición Heyes".
- vii) El modelo se construye, sin embargo, bajo el supuesto de que los factores productivos (en particular el capital y los bienes y servicios ambientales) son sustitutos, lo que lleva a plantear, como veremos, algunas inconsistencias con las ideas centrales de la economía ecológica, paradigma sobre el que la macroeconomía ambiental (cuyo IS-LM-EE es el modelo central) descansa.

Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo III

### Extensiones al modelo IS-LM-EE

## A) Recursos sustitutos vs. Recursos complementarios

Escuchemos a Philip Lawn al iniciar su trabajo:

“Ha pasado una década desde que Daly reclamó una macroeconomía ambiental. ...y es sólo recientemente que su reclamo fue contestado. Esto se logró con la incorporación, por Heyes, de una curva EE de “equilibrio ecológico” en el familiar modelo IS-LM. Sin embargo, el modelo IS-LM-EE propuesto por Heyes es incompleto” (Lawn, 2001b).

¿En qué consiste esta crítica al modelo? La observación tiene su fundamento en las ideas centrales de la economía ecológica. Particularmente, la crítica se centra en el supuesto de la sustituibilidad de los factores en la producción, cosa que, como hemos visto, define la pendiente de la curva EE a partir de la figura 2.5. Seguiremos a Lawn en la exposición de la crítica y fundamentaremos sus ideas con algunas nociones sobre el asunto provenientes de la literatura de la economía ecológica. El modelo resulta un tanto más complicado pero tendrá la virtud de reflejar de manera más concreta las ideas de la economía ecológica con relación a la sustituibilidad entre factores. Con la mejora del modelo, dice Lawn, “...se manda un mensaje muy claro de que las cuestiones ambientales deben ser incorporadas en los manuales de macroeconomía. No deben ser confinadas únicamente a la microeconomía” (Lawn, 2001b).

Un aspecto fundamental de la discusión que del modelo lleva a cabo Philip Lawn, es la combinación de condiciones necesarias para que la macroeconomía (i.e. el equilibrio IS-LM) se ajuste hacia el equilibrio sustentable. En la construcción de Anthony Heyes dicho ajuste era posible cuando, a partir de una situación de equilibrio macroeconómico con degradación ambiental, una de las curvas (IS o LM) se “acomodaba” para alcanzar el equilibrio IS-LM sobre la curva EE. Dicho ajuste se lograba activando alguna de las políticas macroeconómicas (la fiscal o la monetaria). Esta solución se denomina, para su fácil tratamiento, como “posición Heyes”. En contraste, Lawn encuentra nuevos mecanismos de ajuste hacia la sustentabilidad. Es decir que habrá una solución distinta para que, a partir de la misma situación inicial —equilibrio IS-LM a la derecha de la curva EE—, se

# Capítulo III

## Extensiones al modelo IS-LM-EE

## A) Recursos sustitutos vs. Recursos complementarios

Escuchemos a Philip Lawn al iniciar su trabajo:

“Ha pasado una década desde que Daly reclamó una macroeconomía ambiental. ...y es sólo recientemente que su reclamo fue contestado. Esto se logró con la incorporación, por Heyes, de una curva EE de “equilibrio ecológico” en el familiar modelo IS-LM. Sin embargo, el modelo IS-LM-EE propuesto por Heyes es incompleto” (Lawn, 2001b).

¿En qué consiste esta crítica al modelo? La observación tiene su fundamento en las ideas centrales de la economía ecológica. Particularmente, la crítica se centra en el supuesto de la sustituibilidad de los factores en la producción, cosa que, como hemos visto, define la pendiente de la curva EE a partir de la figura 2.5. Seguiremos a Lawn en la exposición de la crítica y fundamentaremos sus ideas con algunas nociones sobre el asunto provenientes de la literatura de la economía ecológica. El modelo resulta un tanto más complicado pero tendrá la virtud de reflejar de manera más concreta las ideas de la economía ecológica con relación a la sustituibilidad entre factores. Con la mejora del modelo, dice Lawn, “...se manda un mensaje muy claro de que las cuestiones ambientales deben ser incorporadas en los manuales de macroeconomía. No deben ser confinadas únicamente a la microeconomía” (Lawn, 2001b).

Un aspecto fundamental de la discusión que del modelo lleva a cabo Philip Lawn, es la combinación de condiciones necesarias para que la macroeconomía (i.e. el equilibrio IS-LM) se ajuste hacia el equilibrio sustentable. En la construcción de Anthony Heyes dicho ajuste era posible cuando, a partir de una situación de equilibrio macroeconómico con degradación ambiental, una de las curvas (IS o LM) se “acomodaba” para alcanzar el equilibrio IS-LM sobre la curva EE. Dicho ajuste se lograba activando alguna de las políticas macroeconómicas (la fiscal o la monetaria). Esta solución se denomina, para su fácil tratamiento, como “posición Heyes”. En contraste, Lawn encuentra nuevos mecanismos de ajuste hacia la sustentabilidad. Es decir que habrá una solución distinta para que, a partir de la misma situación inicial –equilibrio IS-LM a la derecha de la curva EE–, se

alcanse el nivel de ingreso sustentable. A dicha solución la conoceremos como "posición Lawn".

Para arribar a ese resultado, Lawn realiza una modificación y una extensión a la formalización de la curva de equilibrio ecológico. La curva de Lawn, a diferencia de la de Heyes, tiene la virtud de estar construida para el caso, por cierto más realista, en que la sustitución entre factores productivos es posible hasta un nivel determinado de producto, después del cual los factores serán complementarios. En la siguiente sección se expone la teoría y la formalización de la nueva curva EE.

### Extensiones en la ecuación y la curva del equilibrio ecológico

La construcción de Heyes supone que, si la tecnología elegida es una intensiva en capital, será posible obtener un nivel determinado de producto con una menor utilización de recursos naturales o, lo que es lo mismo, la obtención de un mayor nivel de producto con la misma utilización de recursos. Ello es posible dado que "si todo el rango de tecnologías de producción mejora, un nivel de producto se obtendrá con un transflujo menor" (Lawn, 2001b).<sup>32</sup> Ello, en principio, quiere decir que, literalmente, el capital hecho por la mano del hombre<sup>33</sup> sustituye al capital natural.<sup>34</sup> Escuchemos nuevamente a Philip Lawn:

<sup>32</sup> El transflujo es la traducción de *throughput* (Ver Daly, 1990). El concepto de *throughput* se opone al tradicional *output*, o producto. Aquél medirá la utilización de materia y energía ambiental requerida para la producción de una manera global. Es decir que tendrá en cuenta, de una manera cuantitativa, las transformaciones cualitativas de la materia y energía ambiental relacionadas con la producción. Es decir que, mientras el producto, o *output*, se asocia a aquello obtenido desde un punto de vista económico, el transflujo, o *throughput*, se asocia al resultado de la actividad productiva desde un punto de vista ecológico. En pocas palabras, seguirá el recorrido de la materia y energía ambiental desde su extracción, en forma de baja entropía, hasta su transformación, en la producción, en valores de uso y desechos, en forma de alta entropía. Veamos: "Se llama transflujo (o *throughput*), al flujo de recursos de baja entropía. Este proceso comienza en la naturaleza (insumos), a continuación estos recursos sufren transformaciones mediante la producción y el consumo, para después volver a la naturaleza, en forma de desechos (productos)" (Van Hauwermeiren, 1998)

<sup>33</sup> En la literatura, *human made capital*.

<sup>34</sup> Heyes explícitamente reconoce el supuesto de sustituibilidad. Es decir que la crítica de Lawn no se basa en alguna interpretación del modelo, sino en un supuesto claramente asumido por Heyes en su construcción: "El supuesto clave es que el capital y los servicios ambientales son sustitutos" (Heyes, 2000).

“Para algunos observadores, esto constituye una sustitución de capital natural que provee recursos<sup>15</sup> por *human-made capital*. Esto, por tres razones principales, es una observación falsa. Primero, la sustitución genuina requiere que el capital hecho por el hombre se reproduzca a sí mismo sin necesitar del capital natural... Si suponemos ausencia del capital natural se impide la obtención de cualquier unidad de producto y, por cierto, la misma existencia de capital hecho por el hombre. Segundo, desde una perspectiva física, el progreso tecnológico incorporado en el capital hecho por la mano del hombre apenas reduce el desperdicio de alta entropía generado en el proceso productivo... Tercero, la cantidad de capital natural requerida para mantener los servicios críticos de soporte vital excede por mucho la cantidad requerida para mantener al proceso económico por sí solo. Claramente, el capital natural y el capital hecho por la mano del hombre son complementarios en vez de sustitutos.” (Lawn, 2001b).

De hecho, uno de los grandes debates en la economía ecológica es precisamente la discusión entre la sustituibilidad y la complementariedad de los factores productivos. Este tema levanto gran polémica 20 años atrás cuando Nicholas Georgescu-Roegen estableció una severa crítica contra una función de producción que él mismo denominó “variante Solow/Stiglitz” en la que se supone, a través de una construcción “Cobb-Douglas”, que es posible sustituir capital por recursos naturales. El debate fue reabierto recientemente cuando Herman Daly (1997), tres años después de la muerte de Georgescu-Roegen, replanteó la hasta entonces invicta crítica a Solow y Stiglitz. La réplica y contrarréplica motivó un número especial de la revista *Ecological Economics* en el que se encuentra, también, un foro sobre el tema con la participación de los más reconocidos economistas ecológicos.

El debate favorece a los factores complementarios en lugar de los sustitutos y es por ello que dicho supuesto se convierte en parte sustancial del paradigma de la economía ecológica y es lo que permite a Lawn suponer, para su curva EE, complementariedad entre factores. En el apéndice 3.1 se encuentra una breve exposición del debate. Ello ayuda a fundamentar la característica restrictiva del equilibrio ecológico. Es decir, si la

---

<sup>15</sup> *Resource-providing natural capital*, en el original.

macroeconomía ambiental se formaliza a través de una restricción en la forma de una curva de equilibrio ecológico, dicha restricción adquiere fuerza y sustancia si se supone que el capital natural y el capital hecho por la mano del hombre son complementarios.<sup>36</sup>

¿Qué ocurre cuando estas formas de capital son complementarias? La sustentabilidad ambiental implica, en cierto modo, que un acervo determinado de capital natural se mantenga intacto, ya sea por su capacidad de proveer bienes y servicios ambientales, ya sea por su capacidad de absorber materia y energía de alta entropía o ya sea porque su mera existencia resulta indispensable para el mantenimiento de la vida. Esto significa que habrá un monto disponible de capital natural para someterse al proceso de transformación económica (i.e. la "producción") de suerte tal que el equilibrio ecológico no se rompa. Ahora bien, si consideramos que para la obtención de cualquier producto se requiere, invariablemente, de determinadas cantidades de capital natural, existirá, por transitividad, un límite a la obtención máxima de producto de suerte tal que el equilibrio ecológico (la degradación ambiental "cero") se mantenga.

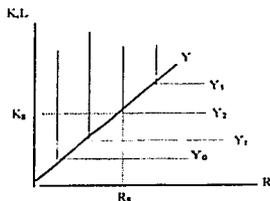
En la figura 3.1 se grafica una situación en la que la obtención de producto depende del capital y de los recursos naturales cuando estos factores son complementarios. La representación se extrae de Jones (1979) para el caso de complementariedad del factor capital con el factor trabajo. Supongamos, por simplicidad, que por cada unidad de capital y trabajo utilizadas se requiere, invariablemente, el empleo de una unidad de capital natural en forma de recursos naturales. Las curvas en forma de L son *isocuantas*. Cuando  $K=1$ ,  $L=1$ ,  $R=1$  y  $Y=1$ ; cuando  $K=2$ ,  $L=2$ ,  $R=2$  y  $Y=2$ , etcétera. La curva de  $45^\circ$  muestra el crecimiento del producto cuando crece la utilización en los factores.

Las *isocuantas*  $Y_0$ ,  $Y_1$ ,  $Y_2$ , y  $Y_3$  muestran los niveles de producto, donde  $Y_3 > Y_0$ , para cada combinación, a una relación  $1:1$ , entre capital, trabajo y recursos naturales. Si la condición de sustentabilidad ambiental implica que el máximo de capital natural que se

<sup>36</sup> Ello, sin embargo, no quiere decir que en el caso de Heyes, donde hay sustituibilidad entre factores, la restricción ecológica no sea tal. Simple y sencillamente estamos diciendo que resulta más fácil comprender el papel de dicha restricción si el supuesto del que se parte es aquél de complementariedad.

puede utilizar sin provocar un proceso de degradación ambiental es, por ejemplo,  $R_S$ , existirá un nivel máximo de producto posible,  $Y_2$ .

**Figura 3.1**  
**Producto y factores complementarios**



Tal es la restricción ambiental. Acervos de capital superiores a  $K_S$  serán redundantes con relación a  $R_S$ . Es decir, dado que  $R_S$  es el máximo de recursos que se puede utilizar para mantener la sustentabilidad ambiental, entonces  $K_S$  es el máximo de capital que se puede utilizar. En este caso  $Y_2$  es el máximo de producto que se puede obtener, y valores superiores a  $K_S$  no podrán ser utilizados. Un producto superior a  $Y_2$ , por ejemplo  $Y_3$ , requerirá el empleo de recursos naturales más allá de  $R_S$  y romperá la condición de sustentabilidad. Estará violando la restricción ambiental de que el nivel de producto máximo posible sin trastocar el equilibrio ambiental es  $Y_2$ .

Si la macroeconomía estudia las condiciones de obtención y crecimiento del producto, entonces el acervo disponible de recursos naturales, tal que se mantenga cierto monto de capital natural intacto, impone efectivamente una restricción macroeconómica. Esto, en otras palabras, significa que existe una escala máxima sustentable de intercambio de materia y energía ambiental y que, por tanto, existe un tamaño óptimo de la macroeconomía para el cual el sistema global (i.e. sistema ecológico + subsistema económico) se encuentra en equilibrio. En la literatura de la economía ecológica existe una interpretación al intercambio máximo sustentable entre el ecosistema y el subsistema económico. Se suele asociar dicho intercambio máximo a lo que se entiende, bajo la visión preanalítica, como "capacidad de carga" del ecosistema. Ello deriva de entender a la

macroeconomía como un subsistema perteneciente a un sistema mayor: el ecosistema (ello se expone, gráficamente, en la figura 1.2 del primer capítulo).

El ecosistema, por decirlo de algún modo, “carga” al subsistema económico dado que le provee de la materia y energía ambiental que éste requiere y le recibe la materia y energía degradada. Habrá, de acuerdo a la noción básica de sustentabilidad, cierta capacidad de carga del ecosistema que representará un “umbral sistémico” de equilibrio.<sup>37</sup> Es decir que, si el intercambio de materia y energía supera dicha capacidad máxima, el umbral se habrá traspasado y se inicia un proceso continuo de degradación. La utilización de recursos naturales acorde con la capacidad de carga del ecosistema, y el nivel de producto asociado, representan la restricción ecológica al crecimiento de la economía.

## B) Crítica al IS-LM-EE: la “posición Lawn”

Teniendo en cuenta estas ideas, Lawn señala cierta inconsistencia en la construcción de Heyes. Señala el hecho de que si el modelo IS-LM-EE está basado en el supuesto de sustituibilidad entre factores, será siempre posible elegir técnicas ambientalmente sucias (lo que supone una intensidad ambiental agregada mayor) sin tener que reducir el nivel de producto sustentable. Ello será posible dado que, como el capital natural y el capital hecho por el hombre son sustitutos, la disminución de capital natural asociada al uso de tecnologías sucias se puede compensar con incrementos en el acervo de *human made capital*.<sup>38</sup>

“Sin embargo, a diferencia de Heyes, no creo que la libertad de elegir entre el rango disponible de tecnologías nos lleve al supuesto de que el capital hecho por el hombre y el

<sup>37</sup> Corona Rentería (2000) lo explica del siguiente modo: “Todos los sistemas biológicos y ecológicos tienen algún grado de elasticidad. Toleran un cierto nivel de estrés o depredación, en tanto que mantienen la capacidad de recuperación. Aun si algunos elementos de sistema se destruyen con frecuencia pueden restaurarse, con tal de que permanezca la red esencial de relaciones que constituye el sistema. Sin embargo, la expansión de actividades humanas lleva a la destrucción de ambos elementos de diferentes sistemas y sistemas completos”. El umbral relacionado a la capacidad de carga, en este sentido, es aquél que permite un nivel de estrés o depredación *justo antes* de que el sistema comience un proceso de degradación.

<sup>38</sup> En ello se basa la idea de la sustentabilidad débil de la economía. La sustentabilidad débil “permite la sustitución del capital natural por capital ‘hecho por los humanos’. Lo que importa es que no disminuya el stock de capital total. A primera vista la sustentabilidad débil es una proposición”.

capital natural son sustitutos. Debido a que la tasa total de transflujo no debe exceder la capacidad de carga de largo plazo del medioambiente, la elección de tecnologías sucias significan una reducción del nivel de producto máximo permisible. Si el capital natural y el capital hecho por el hombre fueran sustitutos entonces, presumiblemente, el nivel de producto permisible podría permanecer invariable gracias a que una tasa total de transflujo y la subsiguiente disminución del capital natural puede ser compensado<sup>39</sup> por un acervo mayor de capital hecho por la mano del hombre. La construcción de Heyes está basada en la necesidad de mantener el capital natural intacto, por lo que su modelo prohíbe lo que la condición de sustituibilidad supuestamente permite” (Lawn, 2001b).

Esto modifica un tanto el concepto de “intensidad ambiental agregada” de la curva EE de Heyes. Para arribar a la nueva ecuación se reinterpretan las variables y los conceptos. Sea  $E$  la eficiencia técnica del uso de recursos en la producción, donde

$$E = \frac{\text{Energía disponible incorporada en el producto (Y)}}{\text{Energía disponible incorporada en el transflujo (T)}}; \text{ donde } E < 1 \quad 3.1$$

La eficiencia técnica del uso de recursos será siempre menor a la unidad debido a la complementariedad de los recursos. Es decir, el transflujo siempre será mayor al producto. El caso contrario, aquél en que el producto supere al transflujo ( $E > 1$ ), implicará que, por alguna razón, se obtiene producto sin la utilización de materia y energía ambiental, situación que no es permitida si se supone la complementariedad entre factores. Un valor bajo de  $E$  informará que el producto obtenido a partir de un transflujo dado es relativamente bajo, asociándose esto a una situación “intensiva en recursos” o “altamente contaminantes”. La eficiencia técnica de la producción  $E$  será una función de la tasa real de interés de largo plazo  $R$ , de un parámetro institucional que captura el monto al que los costos ambientales son asumidos por los agentes productivos  $\beta$  y por un parámetro tecnológico que captura el estado del progreso tecnológico con relación al ahorro de recursos y la reducción de contaminantes, o sea

<sup>39</sup> Offset en el original.

$$E = E(R, \beta, \gamma)$$

3.2

donde  $0 \leq \beta \leq \gamma \leq 1$

$E_R < 0; E_\beta > 0; E_\gamma > 0$

Niveles bajos de  $R$  y niveles altos de  $\beta$  inducen la elección de tecnologías limpias, por lo que llevan a  $E$  a acercarse a la unidad. Por otro lado, si el progreso tecnológico permite el ahorro de recursos y la reducción de contaminantes (provocando un valor de  $\gamma$  cercano a la unidad) provoca, de igual forma, aumentos en la eficiencia técnica de la producción  $E$ . Sustituimos la ecuación 3.2 en 3.1 y, resuelta para el transflujo, obtenemos:

$$T = \frac{Y}{E(R, \beta, \gamma)}$$

3.3

Notemos que esta expresión es distinta a la de la ecuación 2.11 del capítulo anterior (la que refleja la idea de la intensidad ambiental agregada de la economía). En contraste, la ecuación 3.3 da una medida del transflujo de materia y energía ambiental. No deja de ser, conviene aclarar, un indicador agregado ya que indicará, dado un nivel de producto  $Y$  y una eficiencia técnica promedio  $E$ , informará del transflujo que la economía en su conjunto (es decir, la macroeconomía) requiere como base material. Dado que  $E$  es siempre menor a la unidad, el transflujo será siempre mayor al producto  $Y$ , lo cual refleja, de una manera más clara, la idea de complementariedad entre formas de capital.<sup>40</sup>

En Heyes, después de haber obtenido la ecuación de la intensidad ambiental agregada de la economía, se relacionaba ésta con la tasa autónoma de regeneración

<sup>40</sup> En contraste con el concepto de "sustentabilidad débil", la "sustentabilidad fuerte" supone la permanencia no de un monto de capital global (el hecho por los humanos + el natural), donde no importa cuál es mayor y donde la sustitución es posible, sino de un monto dado de capital natural, en donde las formas de capital son complementarias. En la sustentabilidad fuerte, es posible plantear que, si se requiere tener un acervo determinado de capital natural intacto, habrá acervos de capital hecho por el hombre "redundantes", es decir, para los que no será posible suministrar materia prima para la producción (ver gráfica 3.1). En este contexto, podemos entender que la construcción de Heyes, dado que supone sustituibilidad entre las formas de capital, será una formalización para el caso de la "sustentabilidad débil" de la macroeconomía, mientras que la de Lawn será, dado el supuesto de complementariedad entre las formas de capital, una formalización para el caso de la "sustentabilidad fuerte" de la macroeconomía.

ambiental y el resultado que ello daba definía si existía degradación positiva, degradación negativa o degradación cero. La construcción de Lawn es análoga, solo que en lugar de tener el concepto de intensidad agregada de la economía se tiene el de transflujo: sea  $N_t$  el acervo físico de capital natural en el momento  $t$  y sea que este acervo se regenera a una tasa igual a  $sN_t$ . Usando la letra  $N$  representando un índice de calidad del capital natural, la tasa neta de degradación del capital natural será (Lawn, 2001b):

$$\begin{aligned} -\left(\frac{dN}{dt}\right) &= T - sN \\ \therefore -\left(\frac{dN}{dt}\right) &= \frac{Y}{E(R, \beta, \gamma)} - sN \end{aligned} \quad 3.4$$

El equilibrio ambiental requiere que el capital natural se mantenga intacto:

$-\left(\frac{dN}{dt}\right) = 0$ ; y ello define una curva EE en el espacio  $[Y, R]$  con la siguiente pendiente:

$$\begin{aligned} \left.\frac{dR}{dY}\right|_{\frac{dN}{dt}=0} &= \frac{EY}{E_R} \\ \text{donde } E_R &< 0 \end{aligned} \quad 3.5$$

La diferencia fundamental con respecto a la forma de las curvas la constituye el hecho de que mientras la pendiente de la EE de Heyes es negativa y constante para todo nivel de  $Y$ , en la EE de Lawn la pendiente no será la misma para todos los niveles de  $Y$ . La pendiente de la curva cambiará, explica Lawn, sobre la longitud de su *locus*. Ello deriva del hecho de que habrá momentos en que la eficiencia técnica de la producción  $E$  será insensible a cambios en  $R$ . Si la tasa de interés  $R$  baja continuamente, el valor de  $E$  se acercará a la unidad. Sin embargo, existe un límite al valor de  $E$ , ya que el supuesto de factores complementarios impiden que la ecuación 3.1 sea siquiera 1, mucho menos permite que  $E > 1$ . Dado que, en todo momento,  $E < 1$  llegará el punto en que la eficiencia será insensible a variaciones en el interés, o sea  $\frac{dE}{dR} = 0$ . Ello, como hemos visto, define un

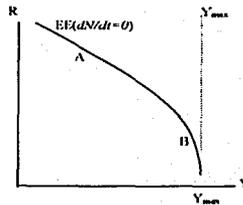
nivel de producto máximo permisible ( $Y_{max}$ ). Conforme el nivel de producto se va acercando a  $Y_{max}$  (conforme el valor de  $E$  se acerca a 1), la curva EE tendrá pendiente infinito, es decir:

$$\lim_{E \rightarrow 1} \frac{EY}{E_R} = \infty \quad 3.5a$$

Dejemos que el mismo Lawn explique el significado de esto:

“Una vez que se alcanza  $Y_{max}$ , y una vez que se está utilizando la tecnología más limpia posible, no es posible provocar mayores ahorros de recursos y mayores reducciones en la contaminación a través únicamente de un cambio en la técnica de producción. En este punto, la curva EE es efectivamente vertical” (Lawn, 2001b). O sea que, dada una técnica de producción, reducciones en la tasa de interés provocará que se invierta cada vez más en la misma (que, supuestamente, genera ahorro en el empleo de recursos y reducciones en la emisión de desechos). Ello hará que la eficiencia técnica  $E$  se vaya elevando paulatinamente. Sin embargo, dado que los factores son complementarios, el valor de  $E$  no puede ser uno<sup>41</sup> y esto provoca que conforme  $E$  se acerca a uno, su respuesta ante variaciones en  $R$  cada vez disminuye hasta hacerse cero. En ese punto, donde efectivamente se ha maximizado el ahorro de recursos y la reducción de contaminantes, la técnica de producción no podrá permitir un producto mayor a  $Y_{max}$ .

**Figura 3.2**  
**La curva de equilibrio ecológico de Philip Lawn**

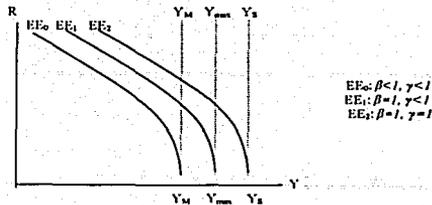


<sup>41</sup> “Debido a la primera y segunda ley de la termodinámica. Existe un límite a cuánto desecho de producción puede ser reducido –no puede haber un 100% de eficiencia en la producción;...” (Lawn, 2001).

En la figura 3.2 se observa que cuando el nivel de producto  $Y$  se acerca a  $Y_{max}$  la pendiente de la curva va creciendo. Si la economía se encuentra en una situación como la del punto A, donde la eficiencia técnica sigue respondiendo a variaciones en la tasa de interés, será posible obtener un mayor nivel de producto sin provocar un desequilibrio ecológico. Para ello bastará provocar reducciones en la tasa de interés de suerte tal que se favorezca la inversión en capital que posibilite la reducción en contaminantes y el ahorro en el uso de recursos (sin que eso signifique progreso técnico, es decir, sin que ello modifique el valor de  $\gamma$  de la ecuación 3.4.). Sin embargo, dicho ahorro y dicha reducción tiene un límite. Conforme el nivel de producto continúe creciendo se hará cada vez más difícil provocar dicho ahorro y dicha reducción. Ello se representa con el aumento de la pendiente de la curva EE (punto B). Llegará el punto en que no será posible provocar más reducciones de contaminantes y más ahorros en el uso de recursos con lo que será imposible obtener un mayor nivel de producto sin romper el equilibrio ecológico. En dicha situación, la curva es vertical y se habrá alcanzado el nivel máximo de producto.

Sin embargo, una vez alcanzado  $Y_{max}$  será posible incrementar el nivel de producto sustentable mediante desplazamientos de la curva EE a la derecha. Mientras los parámetros  $\gamma$  y  $\beta$  sean menores a la unidad, será posible desplazar la curva a la derecha con incrementos en su valor. No obstante, toda vez que se haya alcanzado  $\gamma, \beta = 1$  será imposible desplazar la curva. La figura 3.3 representa esta situación.

Figura 3.3  
Desplazamientos de la curva EE



La curva  $EE_0$  representa las condiciones para el equilibrio ecológico cuando la tecnología que ahorra recursos y que reduce contaminantes no está totalmente desarrollada. De igual forma, en la situación que esta curva representa, la política ambiental no está muy desarrollada, siendo que los costos ambientales asociados a la producción no son asumidos por ningún agente económico. El nivel máximo de producto sustentable bajo estas condiciones es  $Y_M$ . Una vez que, por ejemplo, se ha aplicado una activa política ambiental (de suerte tal que el total de costos ambientales son asumidos económicamente,  $\beta=1$ ) la curva  $EE_0$  se desplaza a  $EE_1$ . Para cualquier nivel de tasa de interés  $R$  es posible obtener un producto sustentable mayor. El nivel de producto máximo sustentable es  $Y_{max}$ .

Si, después de esto, se genera un mejoramiento sustancial y generalizado en la tecnología de producción de suerte tal que es posible provocar ahorros y reducciones en el uso de recursos y de contaminantes ( $\gamma=1$ ) la curva  $EE_1$  se desplaza a  $EE_2$ . El nivel de producto máximo sustentable es  $Y_S$  y será el nivel máximo posible dado que  $\beta=1$  y  $\gamma=1$ . Es decir que ya no es posible desplazar la curva  $EE$  más allá de  $EE_2$  ni obtener un producto mayor a  $Y_S$ .

### El ajuste macroeconómico hacia la curva $EE$

Una conclusión importante del modelo IS-LM-EE era precisamente el hecho de que la dinámica del sistema no provoca que la macroeconomía se ajuste hacia el equilibrio ambiental. Es decir que, si el equilibrio IS-LM sucede a la derecha de la  $EE$  no existía mecanismo que lo llevara a estar sobre la curva. Tal cosa tenía que lograrse mediante una política macroeconómica acomodaticia que provocará un nuevo equilibrio IS-LM sobre la curva  $EE$ , de suerte tal que fuera sustentable. A tal solución se le denominó "posición Heyes". Antes de exponer una solución distinta, veamos una interpretación de la dinámica del equilibrio IS-LM respecto a la curva  $EE$ . Es decir, si bien en el segundo capítulo se explica la dinámica del IS-LM-EE de acuerdo a su base teórica en Blanchard (donde encontramos que no hay ajuste automático hacia el equilibrio ambiental –ver figuras 2.8 y 2.9), no existe, en el planteamiento de Heyes, una interpretación económica de la ausencia

de dicho ajuste. Philip Lawn, en contraste, introduce una breve reflexión al respecto, la que exponemos a continuación.

Si la macroeconomía opera a la derecha de la curva EE, deberían existir mecanismos de ajuste hacia el equilibrio ambiental de la misma manera en que los existen cuando la macroeconomía opera en una situación de desequilibrio IS-LM. ¿En qué consisten estos mecanismos automáticos de ajuste ausentes en el modelo? Escuchemos a Lawn explicar el punto:

“Para que la macroeconomía regrese a la curva EE, los mercados de recursos deben reducir el transflujo total de materia y energía a una tasa igual a las capacidades de regeneración y asimilación de desechos del capital natural. Desafortunadamente los mercados no parecen provocar dicha reducción, aún si el total de los costos ambientales son plenamente internalizados” (Lawn, 2001b)

Las razones son básicamente dos:

1. En los mercados de recursos, los precios relativos de los mismos reflejan su escasez relativa más no la absoluta. Es decir, si un recurso (petróleo) es escaso con relación a otro (carbón), el precio relativo reflejará dicha situación, más no informará en cuanto a la escasez absoluta del acervo de ambos, siendo que son no renovables.
2. Los precios relativos de los recursos son generados por las fuerzas de oferta y demanda de los mercados. La oferta en el mercado de un recurso en particular puede ser tal que su precio relativo respecto a otros refleje su abundancia mientras que lo que realmente sucede, dada una tasa alta de extracción, es que se vuelve más escaso en términos absolutos.<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> Herman Daly lo explica del siguiente modo: “La evidencia neoclásica de la poca importancia de la naturaleza (que consiste en precios relativos decrecientes de muchos recursos naturales y en su decreciente participación en el producto interno) es vista de una manera muy distinta en el paradigma de la economía ecológica. En una era de extracción acelerada de recursos su oferta de corto plazo será, por supuesto, alta y, en consecuencia, su precio en el mercado será bajo. Si los recursos naturales tienen un precio bajo en el mercado no quiere decir que ello sea evidencia de abundancia (*nonscarcity*), sino que es consecuencia de su rápido decrecimiento que lleva a una dependencia tecnológica hacia un transflujo mayor de recursos cada vez más baratos.” (Daly, 2000) Es decir que si los recursos naturales tienen un precio bajo en el mercado será

Es decir que, si la macroeconomía opera obteniendo un producto mayor al sustentable, los mercados de recursos naturales estarán funcionando de modo tal que impiden el ajuste hacia la sustentabilidad. En particular, los precios a los que los recursos se compran y venden no informarán sobre su excesiva utilización relacionada a la de la tasa a la que hay equilibrio ecológico, sino por el contrario provocarán que, dada su alta demanda, se incremente su oferta (su tasa de extracción y uso) generando así una especie de preferencia hacia los recursos baratos. Con todo ello, la macroeconomía nunca obtiene un producto sustentable, es decir, el equilibrio IS-LM no regresa hacia la curva EE. Si bien existe un amplio tratamiento y debate sobre el asunto de los recursos y sus mercados [ver Hotelling (1931); Solow, (1974); Stiglitz, (1979); Dasgupta, (1979) y, para una revisión sobre la literatura y las posiciones al respecto, Humphrey, (1989)] el entendimiento de Lawn resume bien lo que la economía ecológica entiende y defiende al respecto. La conclusión en este punto es que, realmente, los precios de los recursos naturales están influidos preponderantemente por su oferta y su demanda. El caso del petróleo resulta ilustrativo.

Para lograr que la macroeconomía opere sobre la curva EE se requieren, ante la ausencia de mecanismos automáticos, de instrumentos de política. Los objetivos de los mismos son los siguientes: *i)* asegurar que el transflujo de materia y energía en la economía sea uno asociado con una tasa sustentable, y *ii)* que dicho transflujo sea asignado eficientemente (es decir, que en la ecuación 3.11 el valor de  $L'$  sea lo más cercano posible a la unidad). Tomando en cuenta a Tinbergen, para dos objetivos de política distintos deben existir instrumentos distintos.<sup>43</sup> Los instrumentos probables de política para lograr dichos

---

efectivamente consecuencia de su abundancia en el corto plazo. Pero ello será posible si la tasa de extracción de dicho recurso es también alta. En tal caso, si supera la tasa a la que se regenera (o a la que se busca alternativa si el recurso es no renovable -i.e., el petróleo-) dicha tasa es no sustentable en el largo plazo. El precio de mercado no informa sobre la escasez futura de los recursos, por lo que no es un mecanismo exitoso en la toma de decisiones sobre la utilización del recurso en cuestión. Al contrario, si es bajo, se preferirá la utilización del recurso (la "dependencia tecnológica a recursos baratos" que refiere Daly) incentivando su explotación a mayor grado.

<sup>43</sup> Jan Tinbergen (1952) es conocido precisamente por su marco teórico para la política económica. La autoridad elige las políticas en situaciones alternativas: a) los instrumentos de política son independientes entre sí y la autoridad no tiene problema, al menos en principio, en resolver y alcanzar los objetivos planteados, o b) los instrumentos son dependientes entre sí y la autoridad debe elegir una combinación óptima entre los objetivos ya que le resulta imposible lograrlos todos. El segundo caso, mejor conocido en la

objetivos son los “seguros”<sup>44</sup> y un sistema de permisos intercambiables de uso de recursos. A esta solución se le denomina “posición Lawn” (Lawn, 2001b). Implementando un acervo limitado de permisos de uso de recursos, el gobierno podría limitar el transflujo a la tasa sustentable.

Sin embargo, esta medida es una restricción cuantitativa al uso de recursos que por sí sola no resuelve el problema del uso cualitativo de los mismos. Los seguros que Lawn propone pueden resolver este problema. Son una especie de instrumento fiscal pero distinto a la noción básica del impuesto “verde” por contaminar. Es decir, dado que el costo de contaminación solo es visible en el largo plazo, los contaminadores pueden asumir el costo relacionado descontando el futuro. Efectivamente se elevaría la recaudación, pero se seguiría contaminando y el problema no sería resuelto. Los seguros se deberían pagar en el mismo período en que se contamina de forma tal que se incentive la reducción de la contaminación —es decir, se mejore la eficiencia—. Escuchemos a Lawn defender su propuesta:

“Existe un problema importante con este enfoque [la “posición Heyes]: El formulador e instrumentador de política debe conocer exactamente qué variaciones en las políticas se requieren para trasladar la IS y/o la LM lo suficiente para que la macroeconomía trabaje sobre la curva EE. Aunado a ello, el instrumentador de política debe conocer los efectos sobre las curvas de choques externos y ello es una tarea imposible. Este problema no surge con las políticas de seguros y los permisos transables.” (Lawn, 2001b).

Ello permitirá que si el equilibrio IS-LM está a la derecha de la EE, los permisos y los seguros que Lawn propone provoquen un ajuste hacia el equilibrio ecológico. Veamos, geoméricamente, si ello es posible. En la figura 3.4 se expone el caso de que, a partir de una situación de equilibrio, el sistema de políticas de la “posición Lawn” asegure el

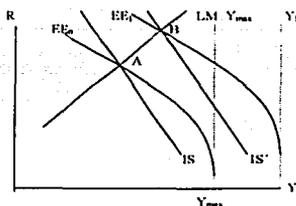
---

literatura como “marco de Tinbergen” (Sachs, 1994) abre la posibilidad a problemas de optimización, con relación a una función de pérdida social, de combinaciones de objetivos (por ejemplo, empleo e inflación) y, además, da lugar a la teoría de la elección pública y formulación de política macroeconómica. Philip Lawn expone el primer caso. En el capítulo siguiente se encuentra una aplicación del segundo caso a propósito de la coordinación en la política macroeconómica.

<sup>44</sup> *Assurance bonds* en el original.

equilibrio ecológico ante una política fiscal expansiva. El supuesto inicial es que la política ambiental ha logrado que los usuarios de recursos asuman el total de costos ambientales (es decir que, en la ecuación 3.4, el parámetro  $\beta = 1$ ). De igual forma, el estado de la técnica no permite aún el ahorro total en el uso de recursos ni la reducción máxima de contaminantes (el parámetro  $\gamma < 1$ ). La economía, pasa del punto A (equilibrio inicial) al punto B después de la expansión fiscal y después de la dinámica del modelo. En esta situación existe un exceso de demanda por recursos naturales (para responder al mayor transflujo requerido para obtener un producto  $Y_1$ ). Sin embargo, dado que existe un límite a su uso, los precios de los permisos (los cuales son escasos) se elevan provocando, a través de un mecanismo de transmisión, un aumento de los costos de producción.

**Figura 3.4**  
Política fiscal expansiva y ajuste  
hacia la sustentabilidad



Es posible que, a pesar del aumento en costos, los precios de los bienes no se alteren. Ello sucederá si el mayor costo asociado a los recursos provoca, toda vez que  $\gamma < 1$ , ahorros técnicos en el uso de los recursos. Ello reducirá, por el lado de las cantidades, la utilización de recursos en la producción y anulará el mayor costo asociado al aumento de precio de los permisos. Ello equivale a provocar aumentos en el parámetro  $\gamma$  en la ecuación 3.4 y, por ende, desplazamientos de la curva  $EE$  (hacia  $EE_1$ ). Recordemos el mapa posible de curvas de equilibrio ecológico (figura 3.2). Cuando la técnica posibilita un ahorro en la utilización de recursos y una reducción en la contaminación (provocado, en este caso, por el alza en el costo de los escasos permisos de uso de recursos) es posible obtener un producto

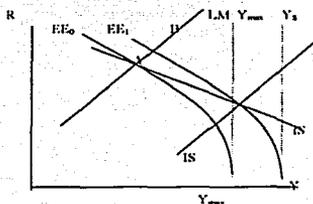
sustentable mayor. Cuando la EE se desplaza a la derecha, el punto B será el nuevo equilibrio macroeconómico y sustentable. No fue necesario provocar una reacción monetaria "acomodatícia" para asegurar el equilibrio. La implementación del sistema de permisos de uso de bienes y servicios ambientales permite que, ante una excesiva demanda, su costo aumente y genere, bajo ciertas condiciones, ahorros en la utilización de recursos y reducciones en la emisión de desechos. Ello provoca un desplazamiento de la curva EE posibilitando que el nuevo producto sea sustentable.

Si la técnica no responde ante mayores costos de los recursos naturales (es decir, que el parámetro  $\gamma$  se mantenga constante y la curva EE no se mueva) es posible que el nivel general de precios se afecte (suponiendo la existencia de un *passing trough* ambiental). Ello condiciona, al menos teóricamente, que la oferta monetaria real disminuya provocando un desplazamiento a la izquierda de la curva LM (que no se muestra en la figura) y generando un nuevo equilibrio sustentable, solo que con un producto menor. Es clara, entonces, la conveniencia de lograr, ante un costo creciente de los permisos ambientales, mejoras en la técnica de uso y desecho de recursos. Con todo, y en una situación inicial en la que  $\gamma < 1$  y  $\beta = 1$ , el equilibrio macroeconómico a la derecha de la EE provoca, a través del sistema de permisos transables de uso ambiental, que se posicione, a final de cuentas, sobre la curva EE.

La política monetaria provoca un proceso similar. La expansión monetaria provoca que la macroeconomía opere, en la figura 3.5, a la derecha de la EE. El exceso de demanda por permisos de uso de recursos provoca el alza en su precio y, en consecuencia, mayores costos de producción. Si en el sistema esto provoca mejora tecnológica en cuanto al uso de recursos la curva EE se desplazará conforme  $\gamma$  se acerque a uno. El resultado informa que la expansión monetaria, al igual que la fiscal, genera un mecanismo, a través de los instrumentos propuestos de política ambiental, que restituye el equilibrio ecológico. Con todo, la "posición Lawn" permite que la macroeconomía se ajuste hacia el equilibrio ecológico siempre y cuando sea posible el ahorro de recursos y la reducción en las emisiones. Sin embargo, no contempla el caso en que, dada una situación en que el valor de  $E$  en la ecuación 3.1 es lo más cercano a la unidad posible, se genere un equilibrio a la

derecha de la EE. En tal caso, ya que es imposible que  $\gamma > 1$  y  $\beta > 1$  el equilibrio macroeconómico a la derecha de la EE solo provocará un continuo aumento de precios (dado el elevado costo de los permisos) y un proceso continuo de degradación ecológica.

**Figura 3.5**  
**Política monetaria expansiva y**  
**ajuste hacia la sustentabilidad**



Sin embargo, y como puede deducirse del tratamiento en estos gráficos, las soluciones analíticas del modelo dependen de la relación entre las pendientes de las curvas del modelo. Hasta el momento, hemos acomodado las pendientes "a modo" para hacer la exposición más sencilla. Resulta claro que, si las pendientes se suponen de determinada forma debido a diversas situaciones, las soluciones analíticas del modelo podrán ser un tanto distintas a las expuestas aquí. No obstante, el ejercicio realizado hasta aquí ha servido para explicar la "posición Lawn" y compararla con la "posición Heyes". El modelo, después de la primera expansión de Lawn, incluye una variable económica más (el progreso técnico en el ahorro ambiental,  $\gamma$ ) y un tratamiento más amplio de la política ambiental (con la incorporación del sistema de permisos de uso y de los seguros por daño ambiental). En la caja 3.1 se incluyen las implicaciones generales del modelo tras la crítica de Lawn.

### Caja 3.1

#### Implicaciones del IS-LM-EE y la "posición Lawn"

- i) Philip Lawn extiende el modelo IS-LM-EE para encontrarse con conceptos analíticos base del paradigma de la economía ecológica. En particular, el modelo se construye bajo el supuesto de que los factores

- productivos (o bien, capital hecho por los humanos y capital natural) son complementarios en vez de sustitutos.
- ii) Sin embargo, deja intacta la construcción previa originada en Blanchard y Fischer (1989) por lo que el funcionamiento de la macroeconomía (i.e. los determinantes del equilibrio IS-LM y su dinámica) es el mismo sobre el que Heyes trabaja.
  - iii) La crítica de Lawn, antes que cualquier otra cosa, se entiende como una crítica constructiva pues reconoce el esfuerzo del economista inglés para incorporar la restricción ecológica en un esquema teórico de la macroeconomía ampliamente aceptado y utilizado.
  - iv) La restricción ambiental, basada en el supuesto de la complementariedad de las formas de capital, dota de un cuerpo y de una teoría más rica y consistente a la restricción ecológica, arrojando por completo al modelo con el paradigma de la economía ecológica.
  - v) Enriquece el planteamiento dando una interpretación económica al hecho de que la macroeconomía no se ajusta al equilibrio ecológico. Es decir, detalla la noción de que no existen soluciones automáticas al desequilibrio ecológico, siendo factor crucial lo que sucede con los precios relativos al interior de los mercados de recursos. De igual forma, incorpora la variable del progreso técnico, en particular el que se refiere al ahorro de recursos y a la reducción en la generación de desechos.
  - vi) En contraste con la solución analítica anterior (que él mismo denomina "posición Heyes"), la solución que él propone permite que el equilibrio IS-LM se ajuste al equilibrio ecológico, dando origen a lo que denomina "posición Lawn".
  - vii) Ella consiste en establecer instrumentos de política ambiental (como el sistema de permisos transables de uso de recursos y los seguros por daño ambiental) que aseguren que el transflujo de materia y energía ambiental sea aquél que no genere degradación ecológica. El funcionamiento de las herramientas de política (cabe decir que son instrumentos independientes en el marco de Tinbergen) permite que la macroeconomía se ajuste al

equilibrio ecológico. Con todo, resulta un análisis más rico en cuanto a las opciones de política ante la degradación ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, tanto Heyes como Lawn apuntan ciertos problemas:

“El análisis es, por supuesto, lejos de estar completo en varios sentidos. Para simplificar hemos trabajado sobre la versión del IS-LM para economía cerrada. Sin embargo, una curva BP [por *balance of payments*] puede ser fácilmente superimpuesta en las figuras.” (Heyes, 2000).

“Por supuesto, la versión extendida del IS-LM-EE presentada en el documento está lejos de ser completa. Para empezar, el modelo asume una macroeconomía que está cerrada a las transacciones internacionales, aunque, como el mismo Heyes ha notado, esto puede ser resuelto incluyendo una curva de “balanza de pagos” o BP. También puede permitirse el comercio internacional de recursos y desechos, lo que provocarían desplazamientos a la derecha de la curva EE.” (Lawn, 2001b).

Precisamente, el mismo Philip Lawn ha presentado una versión del modelo para economía abierta (2001d). Incluye una curva BP en el esquema y obtiene resultados interesantes. En el siguiente apartado presentamos la primera versión de un modelo IS-LM-BP-EE que es la última fase en la literatura del desarrollo y planteamiento del modelo. Después de ello abriremos la discusión sobre ésta formulación y presentaremos una versión alternativa del modelo para economía abierta.

### C) Macroeconomía ambiental para economía abierta: modelo IS-LM-BP-EE

En el debate de la economía ecológica respecto a los tópicos relacionados con el comercio internacional se suele plantear que la situación de libre movilidad de capitales

(sin duda, característica del sistema económico internacional hoy en día) tiene diversos efectos negativos debido a que el comercio internacional (relacionado íntimamente, a decir de los economistas ecológicos, con la libre movilidad de capitales) se gobierna por el principio de la ventaja absoluta (Daly y Cobb, 1998; Daly, 1996; Martínez-Alier, 2000). Ello impide la implementación de políticas regulacionistas exitosas relacionadas, entre otras cosas, con el medio ambiente:

“En tales circunstancias, el comercio internacional puede minar los esfuerzos nacionales para introducir estándares ambientales y sociales más astringentes pues la movilidad de capitales permite a las corporaciones transnacionales evitar las reglas institucionales (no de precios) y las políticas de internalización de costos...” (Lawn, 2001d).<sup>45</sup> Sin embargo, los economistas ecológicos se enfrentan a una disyuntiva, pues la solución propuesta (control de capitales) impediría el ajuste normal del tipo de cambio. Dicho ajuste es algo deseable pues posibilita la flexibilidad micro y ello, a su vez, condiciona la eficiencia en la asignación de recursos (Lawn, 2001d). En un esfuerzo por solucionar este problema, Philip Lawn presenta, como elemento de fundamentación teórica, el modelo IS-LM-BP-EE, que exponemos a continuación.

### La curva IS

Básicamente se mantiene la misma construcción formal de la ecuación 2.1 del capítulo segundo, solo que ahora se incluyen cuestiones de economía abierta (como el nivel de producto externo  $Y_f$  y el tipo de cambio real  $e_r$ )<sup>46</sup>. Con ello, la ecuación IS queda como sigue:

<sup>45</sup> Herman Daly lo expone de este modo: “La integración económica global vía el libre comercio y la libre movilidad de capitales erosiona efectivamente la significancia política de las fronteras nacionales. Con ello, se torna a la otrora comunidad federada de naciones en una no-comunidad cosmopolita de individuos globalizada. Algunos de estos <<individuos>> son gigantescas corporaciones transnacionales que, sin embargo, reciben un trato legal como individuos ficticios. Las naciones no pueden internalizar más los costos sociales y ambientales en el interés de la eficiencia de recursos y la justicia social, pues el capital es libre para producir donde sea y seguir vendiendo en el mercado de cuyos controles sociales ha escapado. De esta manera el capital escapa a los altos salarios y a los impuestos de cualquier índole, en particular aquellos destinados a políticas redistributivas que eliminen inequidad y pobreza.” (Daly, 2001)

<sup>46</sup> Conviene aclarar que el tipo de cambio real se entiende como: 
$$e_r = \frac{eP}{P_f}$$

$$\frac{dY}{dt} = \phi[A(R, Y, G, Y_r, e_r) - Y] \quad 3.6$$

Esta ecuación mantiene la misma condición de equilibrio que su versión para economía cerrada. El producto tendrá un comportamiento estable en el tiempo ( $dY/dt=0$ ) cuando  $A=Y$ . Tanto una expansión en el gasto fiscal, como un choque de demanda externa y una depreciación cambiaria son factores de desplazamiento de la curva.

La curva LM se mantiene invariable respecto a la versión de economía cerrada:

$$\frac{M}{P} = L\left(R - \frac{dR/dt}{R} + \pi^E - \alpha, Y\right) \quad 2.7$$

Supondremos, para simplificar, que la balanza de pagos es igual a las exportaciones netas más el flujo neto de capital únicamente (es decir, al saldo de la balanza comercial más el saldo en cuenta de capitales). Se supone un comportamiento de los agentes tal que un rendimiento doméstico superior al del exterior provoca un flujo neto positivo de capitales, mientras que un rendimiento doméstico menor genera un flujo neto negativo de capitales. Con todo, la relación de balanza de pagos puede escribirse como:

$$BP = NX(Y, Y_r, e_r) + CF\left[\left(R - \frac{dR/dt}{R} + \pi^E - \alpha\right) - i_r\right] \quad 3.7$$

Las exportaciones netas  $NX$ , dependen de la producción interna  $Y$ , de la demanda externa  $Y_f$  y del tipo de cambio real  $e_r$  de la siguiente manera:

$$NX_Y < 0, NX_{Y_f} > 0, NX_{e_r} > 0 \quad 3.7a$$

Por su parte, los flujos de capitales,  $CF$ , dependen de la relación entre la tasa de interés nominal de corto plazo  $i$  y la tasa foránea  $i_f$ . En la ecuación 3.7 la tasa nominal

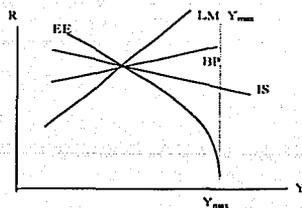
doméstica esta representada por la condición de equilibrio en el mercado de activos (misma que explicamos en el capítulo 2). Es obvio que el equilibrio en balanza de pagos sugiere que los saldos entre ambas cuentas se anulen entre sí. Es decir, si, por alguna razón, existe un déficit comercial, reflejado en un valor negativo de  $NX$ , debe existir, para que  $BP=0$ , un valor idéntico pero positivo de  $CF$ . La condición  $BP=0$  define la curva en el espacio  $[R, Y]$  y la pendiente dependerá del grado de movilidad de capitales. La nula movilidad de capitales define una curva de pendiente infinita, es decir vertical. Ello se debe a que, dadas las exportaciones, sólo existe un nivel de ingreso que se asocia a un determinado monto de importaciones que permite que  $NX=0$ . Por el contrario, la perfecta movilidad de capitales permite una pendiente de valor cero, es decir horizontal. Ello es posible ya que el equilibrio de rendimientos ( $i=i^*$ ) permite que  $BP=0$ . La BP, en tal caso, es una horizontal al nivel de tasa de interés que equilibra el rendimiento internacional. Una curva de pendiente positiva refleja un escenario intermedio entre estos extremos. La curva EE es la misma que la de la construcción para economía cerrada:

$$-\left(\frac{dN}{dt}\right) = T - sN$$

$$\therefore -\left(\frac{dN}{dt}\right) = \frac{Y}{E(R, \beta, \gamma)} - sN \quad 3.4$$

La combinación de las curvas da como resultado la interpretación gráfica de la extensión IS-LM-BP-EE. En la figura 3.6 se observa con claridad esto.

**Figura 3.6**  
**Modelo IS-LM-BP-EE**



La intersección IS-LM-BP denota el equilibrio macroeconómico para economía abierta. Dado que el equilibrio interno (IS-LM) se da sobre la curva BP, la combinación de producto y tasa de interés es aquella que equilibra las exportaciones netas y el flujo neto de capitales. Si, dado esto, dicha combinación implica que el transflujo de materia y energía es tal que no traspasa la capacidad del medio ambiente, tanto para proveer materia y energía de baja entropía como para recibir materia y energía de alta entropía, se verificará equilibrio ambiental. Ahora bien, el interés de incorporar la curva BP con tal de representar, de alguna u otra forma, las condiciones macro de la economía abierta radica en analizar los efectos de los instrumentos propuestos para implementar un control al flujo de capitales y cierta política de comercio internacional. Es decir, dado que los economistas ecológicos valoran que tanto la libre movilidad de capitales como las características del comercio internacional resultan dañinas en cierto sentido, interesa conocer la efectividad de los instrumentos de control de capitales y de políticas comerciales de alternativa.

Por ejemplo, si la macroeconomía opera con déficit comercial (equilibrio IS-LM por debajo de la curva BP) se necesitaría un incremento positivo en el flujo de capitales para asegurar que  $BP=0$ . Si en la economía existen los instrumentos de control que proponen los economistas ecológicos,<sup>47</sup> la entrada de capitales requerida encontraría dificultad para presentarse y, por consiguiente, el déficit comercial sería sostenido. La corrección del déficit en balanza de pagos pasa necesariamente por la intervención del banco central en el mercado cambiario para provocar una devaluación del tipo de cambio. El incremento en éste permitiría que las exportaciones encuentren mayor demanda y se corrigiera el saldo negativo. Sin embargo, las políticas devaluacionistas como medidas de ajuste no gozan de aceptación general por una diversa gama de factores (puede existir un *passing-through* hacia la inflación provocando pérdidas importantes del poder adquisitivo de la moneda, etc.).

Los instrumentos de control de capitales pueden evitar la salida devaluacionista y corregir, casi automáticamente, el desequilibrio externo. La secuencia es como sigue: ante la existencia de un saldo negativo en las exportaciones netas, la demanda de divisas supera

---

<sup>47</sup> Tales como el mecanismo IMPLEX, propuesto por Philip Lawn (2002d).

a la oferta de divisas. Sin embargo, si el instrumento de control impide que la oferta crezca más allá del acervo generado por exportaciones, el tipo de cambio de las divisas controladas aumentará provocando un efecto similar al de la devaluación del tipo de cambio para toda la economía. Es decir, el incremento en el precio de las divisas controladas no significa devaluación de la moneda local, con lo que se corrige el desequilibrio externo sin provocarse el abanico de eventos indeseables de la devaluación.

El equilibrio externo se restaura gracias al mecanismo de control de capitales. Ello permite que la curva BP se acomode automáticamente ante déficit o superávit externo. Con ello, al menos en principio, para cualquier equilibrio IS-LM en cualquier combinación de producto e interés existirá equilibrio externo dado que el control de capitales permite desplazamientos *ad-hoc* de la curva BP. Ahora bien, conocemos los instrumentos de política que permiten que la macroeconomía se ajuste al equilibrio ecológico. Nos referimos, en particular, a lo que constituye la "posición Lawn": el sistema de permisos transables de uso de recursos y el sistema fiscal de seguros por daño ambiental. El ajuste, para economía abierta, es el mismo: dado que hemos supuesto que existe el mecanismo de control de capitales (uno que permita que la curva BP "persiga" al equilibrio IS-LM de suerte tal que en todo momento y toda situación haya equilibrio interno y externo), cuando el equilibrio IS-LM se modifica por las políticas de la "posición Lawn" (tal y como analizamos en la sección anterior) para encontrarse con el equilibrio ecológico, la curva BP, al final de cuentas, también se ajustará al equilibrio ecológico. Es decir que, en este nivel, el equilibrio general (i.e. macroeconómico interno, externo y ecológico) resulta una meta fácil de lograr.<sup>48</sup>

Para analizar los tópicos relacionados con el comercio exterior, Philip Lawn supone un escenario determinado que permitirá una mejor comprensión del modelo (Lawn, 2001d):

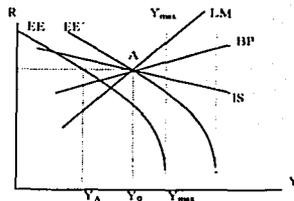
1. El régimen cambiario es flexible.

<sup>48</sup> Ya que bastará, como hemos visto, un control de capitales como el IMPEX y una gama de políticas ambientales como las de la "posición Lawn".

2. A nivel doméstico, el total de los costos ambientales de producción son asumidos por el usuario del recurso y por el que contamina (i.e.  $\beta=1$ ).
3. El comercio internacional consiste en el intercambio de bienes y servicios. Es decir, no hay intercambio de recursos de baja entropía ni de desechos de alta entropía.
4. El parámetro técnico que captura el estado de desarrollo del ahorro en el uso de recursos y en la reducción de la contaminación es menor a uno. (i.e.  $\gamma < 1$ ).

Imaginemos el caso en que la macroeconomía opera en equilibrio. Es decir, partimos de una combinación inicial de producto y tasa de interés que permite la intersección de las curvas IS-LM-BP. Luego, el gobierno asume el compromiso de la sustentabilidad ambiental, por lo que incluye una restricción ecológica en el esquema macroeconómico. Digamos que, en la figura 3.7, la macroeconomía estaba en el punto A. Después, la autoridad económica impone la restricción ambiental, digamos, a la izquierda de dicho punto. Con el compromiso asumido de la sustentabilidad ambiental, la economía se encuentra en una situación como la que sigue:

**Figura 3.7**  
**Ajuste hacia la sustentabilidad de una economía abierta**



Donde la curva EE es una para la que los parámetros son  $\beta=1$  y  $\gamma < 1$ . Acompañando al compromiso ambiental, supongamos que el gobierno implementa una política ambiental *a la Lawn*, es decir, crea un sistema de permisos de uso de recursos ambientales e impone mecanismos fiscales como seguros al daño ambiental. Con ello, el nivel de producto  $Y_0$  es

entendido como no sustentable. En esa situación, los permisos permiten un transflujo menor de materia y energía ambiental, por lo que su costo comienza a elevarse. Si ello provoca ahorros en el uso de recursos y reducción de contaminación (con lo que el precio de los bienes producidos se mantiene constante), el parámetro  $\gamma$  de desarrollo técnico se eleva provocando desplazamientos de la curva EE. Con ello, es posible que la economía *efectivamente no se mueva* de la situación en la que esta, solo que habrían cambios en las técnicas de obtención del producto de suerte tal que, como resultado, el monto de producto ahora es sustentable. Ello implica que el sistema de permisos propicia el desplazamiento de la curva EE hacia la derecha (hacia EE') en la figura 3.7.

Pueden ocurrir, alternativamente, equilibrios IS-LM-BP sobre curvas EE que estén entre la inicial EE y la final EE'. Ello dependerá de cuánto aumente el parámetro de progreso técnico ante costos crecientes de los recursos. También dependerá de cuánto de ese mayor costo sea transferido al nivel general de precios. Si éste se eleva, la oferta monetaria real caerá y la curva LM se desplazará a la izquierda. Esto provoca elevaciones en el tipo de cambio real, lo que propicia reducciones en las exportaciones y aumento de las importaciones, sin embargo, dado el control de capitales (a través de un mecanismo IMPEX), la corrección en el precio del acervo controlado de divisas corrige el desequilibrio comercial. Con ello, la BP estará "persiguiendo" al equilibrio IS-LM.

Es decir que, dado el valor de  $R$  en el largo plazo, el equilibrio resultante de la introducción de la restricción ambiental estará asociado con un nivel de producto que estará entre  $Y_A$  y  $Y_0$ . Con esto, es claro que cualquier efecto derivado de una política macroeconómica que lleve al equilibrio IS-LM-BP a la derecha de la EE, se desatará un proceso similar. Un caso particular de este modelo se consigue al suponer que no existe un mecanismo de control de capitales en el mercado cambiario. Esto llevaría que, si el régimen cambiario es de tipo de cambio flexible, los desequilibrios comerciales provocarían variaciones en su valor y los efectos serían un tanto distintos. Sin embargo, dicho caso obedece de lleno a la lógica del modelo por lo que su presentación no resulta indispensable. Basta, dado el interés del presente trabajo, con el tratamiento dado al IS-LM-BP-EE hasta el

momento. Cabe, sin embargo, realizar una pequeña lista de algunos problemas relacionados con esta última construcción:

1. La curva BP, al menos en su tratamiento de manual, se incorpora a las versiones IS-LM de corto plazo. La versión analizada acá es una versión para el largo plazo, por lo que no resulta claro si la curva BP recoge el comportamiento en el tiempo de la cuenta corriente, cuenta de capitales y de los agentes.
2. Es decir, los desequilibrios entre rendimientos interno y externo provocan un flujo de capitales hacia la economía, pero ese es un comportamiento en el corto plazo, casi instantáneo.
3. El modelo IS-LM-BP-EE se construye para representar situaciones especiales, como el control de capitales a través de un mecanismo IMPEX. Sin embargo, no es claro si será útil en representar situaciones más generales.

## D) Reinterpretación del IS-LM-EE para economía abierta

En las versiones IS-LM de libro de texto se incluye una curva de balanza de pagos (BP) para dar lugar a una interpretación del modelo Mundell-Fleming para economía abierta. En el resultante IS-LM-BP es posible representar situaciones diversas de las relaciones económicas de la economía doméstica con el resto del mundo. Así, si la economía tiene una balanza de pagos con una cuenta de capitales marginal (lo que representa nula movilidad de capitales), la curva BP será vertical al nivel de ingreso que equilibra la cuenta corriente. Por el contrario, si en la economía existe perfecta movilidad de capitales la curva BP es horizontal al tipo de interés que equilibra el mercado internacional de activos (tradicionalmente, y con sustituibilidad perfecta entre activos,  $i = i^*$ ). El modelo Mundell-Fleming se construye en este último caso. Además de que en el IS-LM-BP es posible representar la situación de balanza de pagos, sirve para analizar distintos escenarios en el régimen cambiario. En ellos, la efectividad de la política varía de

acuerdo a la flexibilidad cambiaria. En un tipo de cambio fijo, la política fiscal es efectiva en lograr expansión del producto. Si el régimen es flexible, será la política monetaria la efectiva en lograr la expansión. Cuando hablemos de ahora en adelante del Mundell-Fleming nos referiremos a la situación de perfecta movilidad de capitales y régimen cambiario flexible.

Sin embargo, la versión IS-LM que hemos expuesto no es una de libro de texto, por lo que su tratamiento de economía abierta es distinto. Este hecho representa el punto central de discusión con Heyes y Lawn, pues ambos argumentan que para que el IS-LM-EE sea de economía abierta bastará con incluir la curva BP, como si se tratara de cualquier versión de libro de texto. En las líneas siguientes se expone la apertura del IS-LM dinámico hacia una interpretación particular del modelo Mundell-Fleming: el enfoque de sobrereacción cambiaria de Dornbusch y se discute, con la ayuda de la posición del Fondo Monetario Internacional (FMI), la posibilidad de expresar la ecuación EE en función del tipo de cambio. Omitiremos la explicación del Mundell-Fleming debido a que está construido en sistema de ecuaciones lineales, lo que posibilita la estática comparativa, y no de una manera dinámica. Si bien tal exposición resulta ser muy simple, podría desviar el análisis de la meta propuesta y, en cierta medida, confundir al lector. Empecemos con la interpretación dinámica del Mundell-Fleming que es base de la sobrereacción cambiaria.

Supondremos que el producto se ajusta lentamente a variaciones en el gasto agregado. Para simplificar este análisis, igualmente supondremos que la tasa real de interés no afecta las decisiones de consumo e inversión.

$$\frac{dY}{dt} = \phi \left[ A \left( Y, \frac{eP^*}{P}, F \right) - Y \right] \quad 3.8$$

En esta ecuación el gasto agregado está expresado como función del tipo de cambio real  $eP^*/P$ . Toda vez que una variación cero del producto indica equilibrio entre gasto y producto, la ecuación 3.8 será la IS para economía abierta. Ahora incluimos la relación existente entre el tipo de cambio y la tasa de interés doméstica. Desde que la economía

pequeña es tomadora de la tasa de interés externa  $i^*$ , la condición del arbitraje internacional entre activos financieros impone que  $i=i^*$ . Sin embargo, a esta relación se le incorpora la variación del tipo de cambio, de tal suerte que las ganancias derivadas de diferencias entre la tasa de interés sean anuladas por variaciones en el tipo de cambio, entonces

$$i = i^* + \frac{(de/dt)^E}{e} \quad 3.9$$

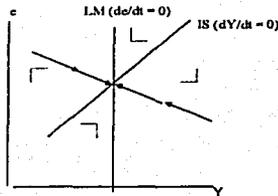
Resolviendo la ecuación 3.9 para la expectativa de depreciación cambiaria tenemos:

$$\frac{(de/dt)^E}{e} = i\left(\frac{M}{P}, Y\right) - i^* \quad 3.10$$

El primer término de la derecha es la ecuación LM resuelta para la tasa de interés nominal doméstica. En esta expresión es claro que cuando el equilibrio en el mercado monetario permite que  $i=i^*$  no se espera una variación del tipo de cambio. Por otro lado, si los agentes esperan variaciones cambiarias será porque hay diferencias entre las tasas doméstica y externa. El arbitraje entre activos financieros sustitutos perfectos obliga que la depreciación cambiaria iguale los rendimientos internacionales expresados en moneda local toda vez que las tasas nominales domésticas sean distintas. Si la variación esperada del tipo de cambio es cero será porque la tasa de interés doméstica derivada del equilibrio en el mercado monetario es igual a la tasa de interés externa. Así, la ecuación 3.10 es la LM.

El equilibrio IS-LM para esta economía abierta es, al igual que la versión dinámica para economía cerrada, un "punto de silla". A la derecha de la curva LM la tasa doméstica es mayor a la tasa externa (el nivel del producto es mayor a aquél que los equilibra, dada  $i^*$ ) y por tanto se espera una depreciación cambiaria. La dinámica de la IS es similar al caso de economía cerrada: por debajo de la curva el producto excede al gasto, por lo que aquél disminuye. El equilibrio de punto de silla condiciona que el ajuste que lleva al equilibrio sea a través de una senda única. A la derecha (izquierda) del equilibrio IS-LM, el ajuste hacia el equilibrio se caracteriza por un producto decreciente (creciente) y un tipo de cambio creciente (decreciente).

**Figura 3.8**  
**Dinámica de la economía abierta**



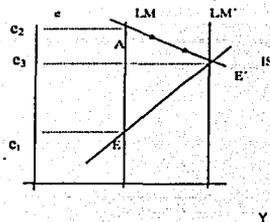
¿Qué sucede con el tipo de cambio ante variaciones, digamos, de la oferta monetaria? Analizamos este caso en el entendido en que la autoridad económica evalúa que, bajo economía abierta y régimen flexible de tipo de cambio, es la política monetaria la efectiva en provocar un aumento del nivel de producto. Si la política monetaria es expansiva, la oferta monetaria se incrementa trasladando la curva LM a la derecha, ya que se requiere un mayor nivel de producto para equilibrar el mercado monetario (figura 3.8). Sin embargo, el producto no se ajusta automáticamente toda vez que los precios y salarios son rígidos. La mayor cantidad de dinero en la economía disminuye la tasa nominal y, de acuerdo con la ecuación 3.10, esto provoca una expectativa de apreciación cambiaria. Sin embargo, el diferencial de tasas provoca salidas de capitales y depreciación cambiaria.

La expectativa no es consistente con la observación, ya que mientras se espera una apreciación después de choque monetario, la consecuencia inmediata del mismo es una depreciación efectiva. La economía se ubica, después del incremento en  $M/P$  y antes de que el producto comience el ajuste, en el punto A. El nuevo equilibrio  $E'$  tiene asociada una nueva senda única de ajuste hacia el estado estacionario. El punto A está a la derecha del equilibrio  $E'$ , por lo que el ajuste de la economía se caracteriza por un producto creciente y, de acuerdo a la expectativa cambiaria, un tipo de cambio decreciente. Sin embargo, el nuevo nivel de equilibrio de tipo de cambio en el punto  $E'$  es superior al asociado al

equilibrio inicial  $E$ . La sobrereacción cambiaria se mide por la secuencia  $e_1-e_2-e_3$ . El nivel de tipo de cambio sobrereacciona después del incremento monetario y comienza un periodo a la baja hacia el nuevo equilibrio.

Al expresar la ecuación de equilibrio ecológico como función de la tasa de interés y del nivel de ingreso era posible graficarla con pendiente negativa en el espacio gráfico  $(R, Y)$ . Ahora el espacio gráfico a cambiado, pues el tipo de cambio nominal ha sustituido a la tasa de interés. Es necesario entonces, para poder incluir la EE en la figura 3.8, expresarla como función del tipo de cambio e intuir su pendiente. Ni Anthony Heyes ni Philip Lawn analizan la relación del equilibrio ecológico con el tipo de cambio. Sin embargo, el Fondo Monetario Internacional, en el seminario de macroeconomía y medio ambiente de 1995, ha establecido ciertos puntos importantes. Dejemos que uno de los mismos autores de la interpretación de la sobrereacción cambiaria (figura 3.9), Stanley Fischer, en su condición de segundo de a bordo del Fondo, informe preliminarmente de la relación del medio ambiente con el tipo de cambio.

**Figura 3.9**  
**Sobrereacción cambiaria**



“Una depreciación del tipo de cambio puede elevar el valor de los recursos naturales que generan ingresos por exportación y producir una explotación excesiva. De igual forma, la expectativa de apreciación cambiaria puede producir el mismo resultado. Ambos casos, sin embargo, ocurren cuando el sistema fiscal de la economía no captura adecuadamente las rentas de los recursos ni refleja el costo de oportunidad doméstico de la extracción de los

recursos" (Fischer, 1996). Supongamos que el sistema fiscal al que hace referencia Fischer no está presente en la economía (lo que, por cierto, resulta ser muy realista). Una depreciación incrementa el uso de recursos naturales en la economía debido a la mayor competitividad alcanzada con un tipo de cambio mayor.

Para poner en claro el procedimiento para la ecuación EE, veamos el comportamiento de la ecuación LM al trasladarse al espacio gráfico de economía abierta. La curva LM vertical informa que sólo existe un nivel de producto que equilibra el mercado de activos, ya que la tasa de interés está fija de suerte tal que  $i=i^*$  y  $de/dt=0$ . Es decir que si la tasa de interés es aquella a la que el arbitraje internacional equilibra los rendimientos existe uno y sólo un nivel de producto que equilibra, a su vez, al mercado monetario. Viendo la ecuación 3.10, si  $de/dt=0$  se requiere que  $i=i^*$ . Ante una oferta monetaria real dada, es claro que solo existe un nivel de producto que mantenga tal igualdad. En la figura 3.8 la curva LM está "atada" a ese nivel de producto.

Ahora bien, el equilibrio ecológico está en función de la tasa de interés (ver ecuación 2.14). Si el arbitraje interno permite que la ecuación 2.5 se cumpla, ante una  $i=i^*$  y ante, por comodidad, una tasa esperada de inflación cero, entonces  $R=i$ . Podemos expresar, en primera instancia, a la intensidad ambiental como función de la tasa de interés externa  $e(i^*, A)$ . Ahora bien, si la tasa de interés doméstica es igual a la externa y equilibra el mercado monetario, es claro que sólo existirá un nivel de producto que igualará la intensidad ambiental agregada a la tasa de regeneración autónoma  $e(i^*, A)Y=sN$ . En ese caso, y al no expresarse aún como función del tipo de cambio, el equilibrio ecológico es una vertical en el espacio  $(e, Y)$ . Esto quiere decir que, una vez que se determina el nivel de tasa de interés nominal doméstica y una vez que opera el arbitraje interno entre tasas nominales de corto plazo y tasas reales de largo plazo, solo existe un nivel de producto consecuente con el equilibrio ecológico. Hemos arribado a una vertical. Ahora resta asignarle una pendiente tomando en cuenta las aportaciones de Fischer en cuanto al tipo de cambio.

Mayores niveles de tipo de cambio, de acuerdo con el acercamiento preliminar de Fischer y del FMI, llevan a una sobreexplotación de recursos naturales. Es necesario suponer aquí que hablamos, en este caso, de una economía pequeña dependiente de sus exportaciones de recursos del sector primario. Aunque es difícil establecer una relación clara de la intensidad agregada respecto al tipo de cambio, es posible intuir que una mayor explotación de recursos naturales eleva, por la vía de las cantidades, la intensidad agregada de la economía. Será, de acuerdo con esto, una relación directa. Si expresamos formalmente tendríamos

$$n = n\left(i^*, \Lambda, \frac{c^P}{P}\right) \quad 3.11$$

$$n_{i^*} > 0, n_{\Lambda} < 0, n_{\frac{c^P}{P}} > 0$$

Donde la intensidad ambiental  $n$  es creciente con el tipo de cambio real. Ante precios rígidos en la economía y en el resto del mundo la función  $n$  es creciente con el tipo de cambio nominal. A mayores (menores) niveles de tipo de cambio, mayor (menor) intensidad ambiental. Ahora completemos 3.11 para reflejar la condición de equilibrio ecológico en economía abierta:

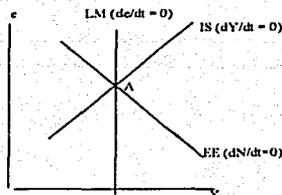
$$-\left(\frac{dN}{dt}\right) = n\left(i^*, \Lambda, \frac{c^P}{P}\right)Y - sN \quad 3.12$$

De la ecuación 3.12 se desprende que para mantener el equilibrio ecológico  $-(dN/dt) = 0$  ante mayores tipos de cambio, se requerirá de un menor producto que mantenga el valor de la intensidad ambiental agregada equivalente a la tasa autónoma de regeneración ambiental  $sN$ . Esto define una pendiente negativa en el espacio  $(e, Y)$ . La pendiente será más negativa conforme la intensidad ambiental sea menos sensible al tipo de cambio.

$$\left.\frac{de}{dY}\right|_{dN/dt=0} = -\frac{n}{n_e Y} < 0$$

Con esta información es posible incluir la EE en la figura 3.8, donde el equilibrio se da en el punto A de la siguiente figura.

**Figura 3.10**  
**Modelo IS-LM-EE para economía abierta**

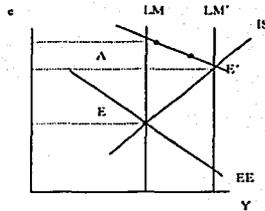


Dado que la base IS-LM usada para este ejercicio es una extensión del Mundell-Fleming, reconocemos que la autoridad económica conoce las siguientes posibilidades de política: la política fiscal expansiva no es efectiva en generar una expansión del producto de equilibrio y solo provocará un cambio en la composición de la demanda agregada pero no de su nivel. Esto no será preferible por consideraciones de financiamiento para un mayor gasto público. La política monetaria expansiva es efectiva en producir un incremento en el nivel de producto de equilibrio, pues provoca depreciaciones cambiarias y un ajuste paulatino al alza del producto. Con esta información es posible esperar que el choque de política sea un choque monetario y es el caso que se analiza a continuación.

La expansión de la oferta nominal de dinero traslada la curva LM a la derecha, pues al modificarse a la baja la tasa de interés nominal se requiere de un mayor producto que equilibre el mercado de activos. Se genera un nuevo equilibrio a largo plazo representado por el punto  $E'$  y tiene asociada una nueva senda estable de equilibrio. La reducción resultante de la tasa de interés nominal, de acuerdo con la ecuación 3.10, genera expectativas de apreciación cambiaria en la economía. Sin embargo, ante la reducción de la tasa de interés se da una salida de capitales y una depreciación cambiaria. La economía se ubica en el punto A. Esta situación simboliza degradación ecológica pues un mayor tipo de

cambio y un producto invariable provocan un alza en la intensidad ambiental agregada de la economía, traspasando la capacidad de carga del sistema ecológico expresada como  $sN$ .

**Figura 3.11**  
Expansión monetaria y su efecto ecológico



Una vez en el punto  $A$ , las expectativas de apreciación cambiaria comienzan a operar al tiempo que el producto comienza a reaccionar al mayor gasto agregado derivado del aumento monetario y de la depreciación. La economía se mueve a través de la senda entre los puntos  $A$  y  $E'$ . Durante el proceso se produce degradación ecológica: ambos puntos  $A$  y  $E'$  están a la derecha de la  $EE$ . En el punto  $A$  la degradación ocurre debido a que la depreciación eleva la intensidad ambiental agregada por encima del nivel de equilibrio. En el transcurso entre  $A$  y  $E'$  la intensidad ambiental cae debido a la apreciación cambiaria, pero se eleva debido a que el producto crece. El nuevo equilibrio  $E'$  representa, de igual forma, degradación ambiental. Lo intuitivo de la apertura del IS-LM-EE no permite ver, sin embargo, cuál punto resulta más devastador ambientalmente hablando. Sin embargo, se cuenta en este momento con un vago acercamiento de la macroeconomía ambiental para tratar cuestiones de economía abierta.

El modelo IS-LM-EE representa el avance teórico más importante de la macroeconomía ambiental hasta la fecha. Debido a su reciente aparición, sin embargo, no constituye aún una herramienta generalizada de análisis. A pesar de esto, comienza a ganar terreno en algunas escuelas de economía de ciertas universidades. En los capítulos anteriores presentamos tanto la versión base del IS-LM como la versión IS-LM-EE para economía cerrada propuesta por Heyes. Realizamos un ejercicio simple de apertura del

modelo siguiendo paralelismos con la interpretación de la economía abierta de Blanchard y Fischer. El resultante IS-LM-EE para economía abierta es un primer acercamiento del análisis de la macroeconomía ambiental para economía abierta y, como tal, responde a ciertas características de la economía. Ahora corresponde estudiar las implicaciones para la política macroeconómica. Veremos que la política ambiental se vuelve un elemento indispensable para contar con un plan verdadero que reúna esfuerzos en torno a la meta de la sustentabilidad del desarrollo. Pero esto es algo que se aborda en el capítulo siguiente

### Apéndice 3.1

## El debate sobre los recursos: la controversia Georgescu-Roegen/Daly Vs. Solow/Stiglitz

En la década de los setenta, justo cuando el problema ambiental ganaba terreno en la discusión cotidiana en prácticamente todos los círculos, la teoría económica convencional, en voz de Robert Solow (1974) y Joseph Stiglitz (1979), modificó la función de producción: incluyó una variable  $R$  en las ecuación tradicional  $Y=f(K,L)$ , de suerte tal que el resultado es como sigue:<sup>49</sup>

$$Y = K^{\alpha} L^{\beta} R^{\gamma} \quad \text{la}$$

donde  $\alpha + \beta + \gamma = 1$

Con ello, buscaban representar en la teoría de la producción la “supuesta” dependencia de la actividad hacia los recursos naturales. Sin embargo, mantenían los supuestos y las características de la construcción formal previa, con relación a las productividades marginales de los factores positivas y decrecientes, no sólo entre capital y trabajo, sino entre capital, trabajo y recursos naturales. Así, será posible sustituir recursos naturales por capital o mano de obra, y las productividades marginales de ambos, manteniendo el acervo de recursos naturales constante, seguiría siendo positiva. La supuesta sustitución entre factores llevó a Solow, en la Conferencia Richard T. Ely de 1974 para la *American Economics Asociation*, a aseverar que

“Si es posible sustituir recursos naturales por otros factores, entonces, en principio, no hay problema: el mundo podrá seguir sin recursos naturales” (Solow, 1974).

<sup>49</sup> Esta función de producción aparece después de la crítica de Nicholas Georgescu-Roegen (que veremos en breve) y constituye un reconocimiento tácito a sus argumentos en cuanto al papel de los recursos (Daly, 1997). Sin embargo, como veremos, esta construcción no responde ni resuelve el argumento central de la crítica en cuanto a la ausencia de los recursos en la comprensión de la actividad productiva.

Esta afirmación desató una seria crítica de Nicholas Georgescu-Roegen, cuyo trabajo –fundacional para la “economía ecológica”– se dedica al papel de los recursos en la producción con base en criterios termodinámicos, que reproducimos textual:

“Uno debe tener una visión muy errónea del proceso económico para no ver que no hay procesos materiales sin recursos naturales. Sostener que ‘en efecto, el mundo puede seguir sin recursos naturales’ es ignorar la diferencia entre el mundo real y el Jardín del Edén” (Georgescu Roegen, 1975, citado en Daly, 1997).

Herman Daly, por su parte, señala el centro del asunto:

“Uno podría esperar que la situación de producción sin recursos, una vez reflexionada, fuera rápidamente dejada de lado por irreal y porque análisis posteriores basados en ella perderían relevancia” (Daly, 1997).

Antes de discutir lo sustancial de la crítica preguntemos qué es lo que permite a Georgescu-Roegen y a Daly criticar la aseveración del '74 de Solow y las fallas de la ecuación 6, respectivamente. El tono en el que hacen sus afirmaciones hace pensar que ambos tienen cierta concepción básica sobre la producción económica que, de menos, es distinta a la de la economía convencional y lógicamente consistente. Esta concepción resulta de una visión preanalítica particular del proceso económico y que, de hecho, es la que funda al paradigma de la economía ecológica, del que Herman Daly y Georgescu-Roegen son fundadores.

La visión preanalítica de la economía ecológica entiende al sistema económico como uno de transformación de materia y energía inserto en un sistema global que le provee dicha materia, en formas de baja entropía, y que recibe materia de alta entropía. Por ello, la economía, vista en conjunto, se entiende como un subsistema de transformación de materia y energía ambiental. La actividad productiva es, en esta visión, transformación de materia y energía ambiental por la mano y la máquina del hombre. Resulta claro, entonces, el énfasis que la economía ecológica realiza sobre el papel de los recursos en la producción.

De hecho, con cierto tono irónico, Daly da un ejemplo (por cierto, muy indicativo) sobre el "absurdo" de la función de producción sin recursos naturales.<sup>50</sup>

Por ello, entender a la producción tal y como en la ecuación 1, y sus implicaciones, resulta irreal e ilógico en esta perspectiva. El debate principal, una vez reconocida la función Cobb-Douglas con la  $R$  de recursos, consiste en elegir entre sustituibilidad *versus* complementariedad de los factores. Las ecuaciones de la expresión 6 representan la inclusión de los recursos naturales en la función de producción de la economía convencional. Nicholas Georgescu-Roegen denominó a esta versión particular como "variante Solow/Stiglitz" y argumenta que solo esconde el problema de fondo. La crítica fundamental se dirige hacia el hecho de que tanto  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\gamma$  miden la participación de los respectivos factores en la producción. Siempre que se cumpla la condición de que  $\alpha + \beta + \gamma = 1$  pueden existir escenarios en los que dicha ecuación se asemeja a la versión de la función producción de la ecuación 5, aquella en que la  $R$  está ausente. El valor de  $\gamma$ , la participación de los recursos en la producción, podrá ser muy cercano a cero, con lo que la utilización de recursos naturales sería mínima toda vez que

$$\lim_{\gamma \rightarrow 0} R^\gamma = 1$$

Con lo que la ecuación 1a se vuelve

$$\lim_{\gamma \rightarrow 0} K^\alpha L^\beta R^\gamma = K^\alpha L^\beta \quad 2a$$

<sup>50</sup> Reproducimos el ejemplo: "Desde que la función de producción es explicada a menudo como una receta técnica, podríamos decir que la receta de Solow para hacer un pastel involucra solo a la cocina y al cocinero. No necesitaremos harina, huevos, azúcar, etc., ni electricidad o gas natural, ni siquiera un fogón. Si quisiéramos un pastel más grande, el cocinero solo necesitará batir más rápido en la bandeja vacía, luego meter el molde vacío en un horno más grande que de alguna forma se calienta a sí mismo. El cocinero nunca tendrá que limpiar la cocina, pues la receta de producción no genera desechos.... Más aún, no podremos hacer únicamente pasteles, sino cualquier guisado -pollo frito, paella, dulce de plátano, jubilee de cereza- sin preocuparnos siquiera de los diferentes ingredientes o de si hay siquiera ingredientes. Las verdaderas recetas en los verdaderos manuales de recetas, en contraste, *empiezan* con una lista de ingredientes específicos y sus cantidades. Una receta técnica de producción que contradice la primera y la segunda ley de la termodinámica, así como la buena cocina, dará mucho problema." (Daly, 1997).

Es decir que, para la obtención de un nivel dado de producto es posible compensar el disminuido valor de  $y$  con incrementos en  $\alpha$  o  $\beta$  de suerte tal que se mantenga la condición de que  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ . Esto mantiene el supuesto de sustituibilidad entre capital y recursos naturales y deja intacta la idea de fondo de la visión convencional, aquella sin recursos naturales. El asunto central es que, mientras disminuye  $R$  tendrá que aumentar  $K$ , y como las leyes de la termodinámica aquí sí importan, se necesitará un cierto monto de  $R$  para la producción adicional de  $K$ . Con esto, la construcción de 6 se vuelve teóricamente inconsistente.

Además, si consideramos a los recursos naturales, la teoría de las productividades marginales de los factores cae por su propio peso, ya que si mantenemos  $R$  constante y aumentamos la utilización de cualquiera entre  $K$  y  $L$ , la sentencia termodinámica impide la obtención de mayor producto, pues éste requiere, por supuesto, de cierto monto adicional de  $R$ . Así, manteniendo constante la dotación de recursos naturales, la productividad marginal del capital y el trabajo se vuelve simplemente cero en cualquier situación. Tuvieron que pasar alrededor de 20 años para que Solow y Stiglitz prestaran atención a la crítica que Georgescu-Roegen les formuló una vez que éste hubiera fallecido. La labor la realiza Daly (1997) al publicar el artículo que hemos venido discutiendo.

“...Solow y Stiglitz deberían romper el silencio y replicar finalmente a la crítica de Georgescu-Roegen. Claro, él ha muerto ya, pero su crítica aún no... ¡Cuando una crítica fundamental de un economista prominente permanece 20 años sin réplica deberíamos preocuparnos por la salud de nuestra disciplina!” (Daly, 1997).

Sin embargo, la respuesta de ambos nunca menciona el nombre de Nicholas Georgescu-Roegen, y la dirigen a Herman Daly. Veamos, brevemente, lo fundamental de la respuesta. Joseph Stiglitz entiende que el señalamiento de Daly va en dos sentidos (Stiglitz, 1997).

- Poca consistencia con las leyes básicas de la física

- La implicación de que el crecimiento continúe por siempre, independientemente de las restricciones impuestas por la oferta limitada de recursos naturales

Parte del problema, explica Stiglitz, “surge de un malentendido del papel de los modelos analíticos que nosotros (y otros) hemos formulado. Ellos buscan responder preguntas como ¿puede el crecimiento ser sostenido en el horizonte inmediato –los próximos 50 o 60 años?... Escribimos esos modelos *como si* se extendieran al infinito, pero nadie toma eso seriamente.” (Stiglitz, 1997).

Solow, por su parte, defiende la construcción teórica expuesta en las ecuaciones 1 y 6 debido a que las “conclusiones precisas y los modelos transparentes son mejores que los grandes pronunciamientos sentimentales sobre estos aspectos” (Solow, 1997). Más adelante, sin embargo, Solow acepta que efectivamente todo está sujeto a la ley de la entropía mas no tiene importancia práctica inmediata para la modelación.

Herman Daly, en la contrarréplica, entiende que tanto Solow como Stiglitz “eligieron repetir, casi por completo, su conocida posición en lugar de responder los argumentos en contra de Georgescu-Roegen” (Daly, 1997).

Robert Solow y Joseph Stiglitz defienden su planteamiento diciendo que si bien puede obviar lo señalado por Georgescu-Roegen y Herman Daly, no por ello pierde relevancia práctica y analítica. Nosotros diríamos que mayor relevancia práctica y analítica se obtendría si consideramos una función de producción, que tenga una  $R$  de recursos incluida, de forma tal que la sustitución entre factores sea posible hasta cierto punto, digamos marginalmente, pero que su construcción formal represente la innegable complementariedad entre factores productivos que deriva del reconocimiento del aspecto termodinámico de la producción.

## Capítulo IV

### Implicaciones generales de política

## A) Economía ecológica, macroeconomía ambiental y recomendaciones de política

La macroeconomía ambiental tiene como contexto el paradigma de la economía ecológica. En el capítulo primero vimos lo fundamental de la visión pre-analítica de este último, al menos en lo concerniente a la relación entre la macroeconomía y el medio ambiente. En los capítulos posteriores hemos expuesto la formalización, desarrollo, crítica y extensión del modelo base de la macroeconomía ambiental: el IS-LM-EE. De dicho análisis surgen, como es normal, implicaciones de política macroeconómica de relevancia. Sin embargo, antes de entrar en detalle en éstas veamos lo que la economía ecológica, en voz de Herman Daly, propone como lecciones de política al momento de sugerir el nacimiento de la macroeconomía ambiental. Es decir, aún antes de que esta disciplina adquiera forma, la visión preanalítica de la economía ecológica permite dibujar, a grandes trazos, las implicaciones de política a tomar en cuenta a propósito de la sustentabilidad macroeconómica. Ello servirá, a la luz del objetivo del presente y último capítulo, para dar fundamento al análisis de las secciones posteriores.

En las primeras páginas de esta tesis exponíamos que lo fundamental de la visión preanalítica de la economía ecológica consistía en entender a la economía como un subsistema de transformación de materia y energía ambiental inserto en un sistema mayor. Dicho entendimiento obligaba a cambiar ciertas ideas constitutivas de la visión preanalítica convencional, en particular las relacionadas con la dependencia de la actividad productiva respecto a su base material y la cuestión del crecimiento económico. El resultado principal de la visión preanalítica de la economía ecológica, decíamos, consiste en definir la sustentabilidad como función del tamaño y de la escala de la economía. Es decir, el reconocimiento de la dependencia de la producción hacia el sistema ecológico (con un proceso termodinámico de por medio) y la aceptación de que el subsistema económico, al estar inserto en un sistema mayor finito, no puede crecer por siempre, impone una restricción ecológica al sistema económico. La búsqueda de la sustentabilidad ambiental, en consecuencia, pasa por la definición y logro de una escala y tamaño óptimos de la

economía con relación al ecosistema, en los que el transflujo de materia y energía ambiental no sobrepasa su capacidad de carga.

El análisis macroeconómico debe entonces incorporar en su entramado teórico las implicaciones de una restricción ambiental que informara de las condiciones requeridas para la sustentabilidad. En este sentido, la vertiente cuantitativa de la macroeconomía (la contabilidad nacional) resulta insuficiente pues no será fuente de información cualitativa de las relaciones entre la macroeconomía y su medio ambiente.<sup>51</sup> El desarrollo de una teoría macroeconómica-ambiental se hacía, entonces, necesario. El modelo IS-LM-EE recoge las preocupaciones de la economía ecológica y las incluye, en forma de una restricción, en el entramado de las relaciones económicas descritas en la macroeconomía convencional. Con ello, la macroeconomía ambiental, en una vertiente teórica, adquiere cuerpo y sustancia. La macroeconomía sustentable, informa el modelo, es definida como la existencia de equilibrio macroeconómico y equilibrio ecológico, lo que implica que el transflujo de materia y energía ambiental no sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema. Las implicaciones de política del modelo IS-LM-EE serán una derivación a detalle de las ideas generales derivadas de la visión pre-analítica de la economía ecológica (aquella que informa el problema macroeconómico de la sustentabilidad ambiental).

La búsqueda de la escala y tamaño óptimos de la macroeconomía con relación a su subsistema es el pivote de la gestión ambiental propuesta en la teoría. Los instrumentos y medidas de política deben entonces estar dirigidos hacia la administración del transflujo en una lógica de sustentabilidad respecto la capacidad de carga ecológica. Las directrices generales de política macroeconómica, entonces, quedan establecidas desde el surgimiento de la macroeconomía ambiental como estudio de lo agregado, lo ambiental y lo político. La distinción fundamental, en este sentido, consiste en establecer las metas básicas de gestión ambiental en tres aspectos en extremo significativos: la asignación de recursos, la distribución de recursos y la escala económica. Ello implica distinguir los adjetivos

<sup>51</sup> Herman Daly, en entrevista con Carla Ravaioli, afirma que una contabilidad nacional ecológica no representa una propuesta de solución del problema de la sustentabilidad macroeconómica, pues no constituye de suyo una política como tal. Únicamente, dice Daly, será una fuente de información para el *policy maker* el cual, en la búsqueda de la sustentabilidad, requerirá del diseño de una política ambiental determinada. (Ravaioli, 1992).

apropiados, en particular lo eficiente y lo sustentable. La eficiencia se buscará en la asignación y distribución de recursos (cualesquiera que éstos sean), mientras que la sustentabilidad se buscará en la escala y tamaño de la economía. La política deberá enfocarse en la eficiencia allí donde ésta deba buscarse (con instrumentos de política macroeconómica), mientras que la sustentabilidad, en principio, debe buscarse con los instrumentos de la política ambiental. La economía ecológica, de hecho, se encuentra actualmente en debate en la definición de la independencia o dependencia de los objetivos en distribución, asignación y escala, pero lo aquí expuesto constituye el punto de partida.

Acompañando la discusión relativa a la definición de los objetivos en cuanto escala, asignación y distribución la economía ecológica establece directrices generales de política económica, mismas que listamos, siguiendo a Daly (1991), a continuación:

- El principio central es limitar la escala humana (transflujo) a un nivel que, si no es óptimo, al menos esté dentro de la capacidad de carga y, por tanto, sustentable.
- El desarrollo tecnológico para el desarrollo sustentable no debe incrementar el uso de recursos naturales, sino su eficiencia.
- El uso y explotación de recursos renovables debe seguir los siguientes principios: a) la tasa de extracción no debe superar la tasa de regeneración, y b) las emisiones contaminantes no deben superar la capacidad ambiental de renovación.
- El uso y explotación de recursos no renovables deben ser a una tasa igual a la creación de sustitutos renovables

Como Daly apunta, las directrices dibujadas pueden ser insuficientes y demasiado generales. Sin embargo, como Keynes alguna vez dijo, es preferible estar vagamente correcto que precisamente equivocado. Escuchemos a Daly:

“Estos cuatro principios son un punto operacional de partida y, en suficiencia, un reto político al orden establecido. Pero ¿acaso las naciones que buscan el desarrollo

sustentable serán capaces de operar un concepto del cual se derivan lógicamente principios 'radicales'? ¿O más bien elegirán el mito del crecimiento ilimitado, resucitado ahora como 'crecimiento sustentable', en lugar de encarar los límites a la escala? Resulta más fácil inventar el *oxymoron* en lugar de desarrollar la macroeconomía ambiental hacia la sustentabilidad.

"La macroeconomía ambiental ¿será capaz de virar la atención primordial de la macroeconomía del 'pleno empleo sin inflación vía un siempre-creciente PNB y una administración rígida del planeta' hacia la definición de la escala óptima de la macroeconomía? ... ¿Puede la macroeconomía servir al desarrollo sustentable en vez de servir al crecimiento no sustentable" (Daly, 1991).<sup>52</sup>

Lo que la macroeconomía ambiental implica para la política, en un primer momento, no está lejos de una verdadera revolución en la definición de los objetivos y la implementación de los instrumentos. Es decir, en la medida en que la sustentabilidad ambiental de la macroeconomía se constituye como un objetivo más de la política pública, se requiere de un cambio fundamental en las prioridades de los *policymakers*. En este sentido, la distinción en los objetivos de política (distribución, asignación y escala) es un elemento crucial para el avance hacia la integración y coordinación de políticas.

## B) Marco de Tinbergen para la política macroeconómica y ambiental

Con base en los resultados del modelo IS-LM-EE, tanto en su versión para economía cerrada como para abierta, se pueden dibujar, en términos generales, algunas implicaciones generales de política macroeconómica. En este apartado listaremos las más relevantes.

La primera cuestión a tomar en cuenta, y que resulta fundamental a la luz de la discusión aquí presentada, es el reconocimiento explícito de la dependencia que la actividad

<sup>52</sup> *Oxymoron* significa contradictorio.

económica, en su dimensión agregada, guarda con los recursos naturales. Es decir que cuando el macroeconomista evalúe, de acuerdo a su función, las opciones de política para influir en el sistema económico no debe olvidar que éste está inserto en un sistema mayor, del cual solo es parte, y que le implica restricciones cruciales a su funcionamiento, por ejemplo que el crecimiento económico no puede ser por siempre posible. Ello implica adoptar, sin duda alguna, la visión preanalítica de la economía ecológica como tabla primera de información conceptual. Esto obliga a que, una vez aceptada la dimensión física de la economía como elemento restrictivo, la formulación de la política macroeconómica tenga en cuenta, por lo menos, sus efectos ambientales.

La formulación de política macroeconómica lidia con las relaciones que los distintos instrumentos guardan con los objetivos deseados y con la dependencia o independencia que guardan entre ellos. Es decir, por ejemplo, en el marco del modelo IS-LM, los objetivos de política macroeconómica consisten en lograr crecimiento del producto en el largo plazo y el control de la inflación. Una mayor producción implica la generación de plazas laborales y, consecuentemente, la disminución del desempleo. El control de la inflación permitirá, como lo informan las ecuaciones del modelo, que las expectativas de los agentes no alteren sus decisiones económicas. Si no hubiera control de la inflación, la tasa real de interés de corto plazo (que se obtiene descontando la inflación esperada a la nominal) sería muy baja y, para guardar el equilibrio en el mercado de activos, requeriría de una tasa real de largo plazo también baja, la que se logra únicamente con la reducción de la actividad económica.

Si bien los determinantes de la inflación no están explícitos en el modelo, la teoría convencional suele relacionarla con el ritmo de la actividad económica. Así, por ejemplo, un producto obtenido cercano al potencial (medido en términos de las capacidades productivas en un momento dado) se relaciona con un crecimiento del nivel general de precios, pues conforme la actividad ocupa los factores en su disponibilidad máxima, éstos comienzan a ser relativamente escasos y los costos derivados de su utilización o contratación se elevarán. Así, la inflación dependerá directamente del ritmo de actividad económica y la expectativa inflacionaria que los agentes se formulen dependerá de la

expectativa sobre la actividad económica en el futuro inmediato. En el anexo del capítulo tercero incluimos, a propósito de las medidas de política ambiental de la "posición Lawn", un esquema de Tinbergen para objetivos e instrumentos de política. Utilizamos de nuevo el esquema como ayuda en la exposición de las implicaciones generales de política.

La autoridad económica tiene un objetivo de nivel de producto  $Y^*$ . Tiene a su alcance dos instrumentos de política macroeconómica que le facilitan el logro de ese objetivo: el gasto fiscal y la oferta monetaria. Es decir, en el marco del modelo IS-LM, cuenta con mecanismos de desplazamiento de ambas curvas a la derecha. Supongamos que el gobierno conoce la elasticidad producto de los instrumentos de política, es decir, en cuánto tiene que incrementar el gasto fiscal o la oferta monetaria para lograr cierto nivel de producto. Con esto, siguiendo a Tinbergen, podemos representar como una función lineal la dependencia del objetivo con respecto a los instrumentos.

$$Y^* = a_1 G + a_2 M^s \quad 4.1$$

En la ecuación 4.1,  $a_1$  y  $a_2$  son coeficientes conocidos y mayores a cero. Miden el grado de respuesta del producto ante las variables  $G$  y  $M^s$ . En otras palabras, le dicen al formulador de política cuál debe ser el nivel de gasto y de oferta monetaria para obtener el objetivo de producto. Sin embargo, decíamos más arriba, a la autoridad le interesa también lograr un nivel objetivo de inflación. Digamos que el nivel deseado es aquél que permite que las expectativas inflacionarias de los agentes no obstaculicen el arbitraje entre activos financieros y se verifique el equilibrio en el mercado de activos. La inflación depende, sin embargo, del ritmo de actividad económica:

$$\pi^* = b_1 Y \quad 4.2$$

Donde  $b_1$  mide la respuesta de la inflación ante variaciones en el producto (y, por tanto, en el empleo de los recursos productivos, particularmente la mano de obra). Veamos arriba que el producto depende de la aplicación de los instrumentos de política, con lo que obtenemos el siguiente sistema:

$$Y^* = a_1 G + a_2 M^s$$

$$\pi^* = \beta_1 G + \beta_2 M^s$$

donde

4.3

$$\beta_1 = a_1 b_1$$

$$\beta_2 = a_2 b_1$$

Es decir, la autoridad económica busca lograr dos objetivos de política, y tiene dos instrumentos disponibles: el gasto fiscal y la oferta monetaria. Ahora bien, para conocer a detalle las restricciones del sistema de elección pública resta conocer las relaciones que guardan los instrumentos respecto a los objetivos. Esto es conocer si los instrumentos guardan independencia o dependencia lineal entre ellos. Si el caso es que los instrumentos son independientes, la autoridad, sin problema alguno, podrá lograr los dos objetivos simultáneamente; pero si son dependientes, la autoridad no podrá lograr los dos objetivos a la vez, teniendo entonces que elegir entre ellos o, en su caso, optar por una combinación óptima de niveles deseados. El análisis matricial del sistema 4.3 informa que:

$$\frac{a_1}{\beta_1} = \frac{a_2}{\beta_2}$$

Por lo que el determinante de la matriz de coeficientes de 4.3 es cero, es decir, que dicho sistema tiene dependencia lineal. Si la autoridad fiscal tiene una meta en el producto al tiempo que la monetaria tiene una meta inflacionaria, será imposible cumplir las dos. O bien se cumple el crecimiento en el producto, desatando inflación; o bien se cumple la meta de inflación, sin crecimiento en el producto. Si los dos objetivos no se cumplen, se dice que la sociedad *pierde*. En un marco de política como éste, la mejor elección de política se da cuando la combinación de instrumentos *minimiza* la pérdida social. Esto equivale a provocar una expansión de la demanda agregada de suerte tal que la ganancia en el producto y la pérdida en inflación sean ambas tolerables. Se elige una combinación de producto e inflación que la sociedad tolera como buena y que es suficiente, dadas las restricciones, para que la política macroeconómica sea efectiva.

Este esquema simple de Tinbergen informa la restricción simple de la política macroeconómica cuando no se tiene en cuenta la meta de la sustentabilidad ambiental. Podemos, a la luz del análisis en los capítulos anteriores, incluir dicha meta y conocer, formalmente, las implicaciones en el marco de Tinbergen para la política pública. Supongamos que el gobierno establece como meta de política la sustentabilidad ambiental de la macroeconomía. La autoridad conoce, por tanto, la capacidad de carga del ecosistema sobre el cual el sistema económico descansa. Es decir, tiene una idea clara sobre los valores de las variables incluidas en las ecuaciones del equilibrio ecológico. Sabe, en consecuencia, que la sustentabilidad ambiental se relaciona con un acervo del bien "medio ambiente" que permite que el ecosistema esté en equilibrio. Sabe, también, que dicho acervo se modifica por el transflujo hacia la economía de materia y energía ambiental y que será posible, hasta un cierto punto, influir en él con las herramientas de política ambiental dibujadas en el modelo.<sup>53</sup> Con ello, el objetivo de la sustentabilidad ambiental guardará la siguiente relación con sus instrumentos:

$$N^* = d_1 Y + d_2 A \quad 4.4$$

Es decir, el acervo deseado de "medio ambiente" depende de la actividad productiva (donde  $d_1 < 0$ ) y del diseño de política ambiental contenido en  $A$  (donde  $d_2 > 0$ ). El producto, como vimos más arriba, depende de la aplicación de la política macroeconómica en sus términos fiscales y monetarios, por lo que si incluimos esto en 4.4 obtenemos:

$$N^* = \gamma_1 G + \gamma_2 M^s + d_2 A \quad 4.5$$

En los dos primeros términos se incluye la "posición Heyes" pues el gobierno, si así lo desea, podrá modificar su gasto fiscal o la oferta monetaria para lograr el acervo deseado de "medio ambiente" para el que existe degradación cero. Constituye, mirando las gráficas

<sup>53</sup> Particularmente, aquella que permite la imputación de costos ambientales al contaminante (parámetro  $A$  en la ecuación de Heyes, y  $\beta$  en la de Lawn), la que permite que el desarrollo tecnológico incremente la eficiencia técnica en la utilización de recursos (parámetro  $\gamma$  en la construcción de Lawn) y las medidas de política ambiental de la "posición Lawn": el sistema de permisos transables y los seguros ambientales.

del segundo capítulo, desplazamientos de las curvas IS y LM para generar equilibrios sobre la curva EE. El tercer término ( $d_2A$ ) incluye los instrumentos de política de la "posición Lavn" y de la de Heyes. Si la autoridad ambiental eleva los parámetros de política de las ecuaciones de equilibrio ecológico, posibilitará que la sustentabilidad ambiental sea posible y que se alcance el objetivo  $N^*$ . Cuando el gobierno establece su programa de acción, tendrá a la mano las relaciones entre objetivos e instrumentos de 4.1, 4.2 y 4.3, con lo que obtiene el siguiente marco ampliado de Tinbergen:

$$Y^* = a_1G + a_2M^S$$

$$\pi^* = \beta_1G + \beta_2M^S$$

$$N^* = \gamma_1G + \gamma_2M^S + d_2A$$

donde

$$\beta_1 = a_1b_1$$

$$\beta_2 = a_2b_1$$

$$\gamma_1 = d_1a_1$$

$$\gamma_2 = d_1a_2$$

donde  $d_1 < 0$

4.6

O sea que para lograr tanto el objetivo de producto, de inflación y de sustentabilidad ecológica la autoridad cuenta con dos instrumentos comunes: el gasto fiscal y la oferta monetaria. Cuenta también, en la medida en que institucionaliza su compromiso ambiental, con un tercer instrumento: la política ambiental, pero éste solo influye en las condiciones para el logro de la meta de sustentabilidad y no coadyuva en los objetivos de producto y de inflación. El análisis matricial del sistema informa que:

$$\frac{a_1a_2}{b_1d_2} = \frac{a_1a_2}{b_1d_2}$$

Por lo que el determinante de la matriz de coeficientes es igual a cero, lo que significa dependencia lineal de los instrumentos respecto a los objetivos. La autoridad económica enfrentaba una disyuntiva doble en la política macroeconómica debido a que, para lograr los objetivos de producto e inflación, los instrumentos (política fiscal y

monetaria) guardaban dependencia lineal. Una vez que el gobierno establece la meta de sustentabilidad ambiental la disyuntiva es triple, pues la dependencia lineal entre instrumentos impide el logro de las tres metas al mismo tiempo.

Sin embargo, la autoridad tiene un instrumento *sui generis* que influye en el logro de la meta ambiental: la política ambiental. No obstante, dicho instrumento actúa en un rango definido de situaciones. Es decir, el gobierno podrá elegir la combinación entre producto e inflación que estime adecuada aún alejándose del equilibrio ambiental. La política ambiental, a través de la internalización de costos ambientales y por medio de la acción del sistema de permisos y seguros ambientales, podrá asegurar la sustentabilidad aún cuando el producto esté creciendo. Sin embargo, la macroeconomía llegará eventualmente a un nivel tal de producto para el que la política ambiental dejará de asegurar la sustentabilidad. Ello ocurre cuando los parámetros de política ambiental en las ecuaciones EE de Heyes y Lawn se acercan a la unidad ( $\gamma, \beta = 1$ ) y entonces el marco de Tinbergen dibujado acá opera en la forma definida.

O sea que cuando el gobierno asume el compromiso de la sustentabilidad ambiental el esquema de política se modifica en dirección de un sistema de tres objetivos (generales) y tres instrumentos. Sin embargo, dos instrumentos son linealmente dependientes respecto a las tres metas (política fiscal y monetaria respecto al producto, la inflación y la sustentabilidad). El tercer instrumento es linealmente independiente de los demás, pero sólo tiene efectos en las condiciones para el logro de la sustentabilidad. Además, requiere del respeto al compromiso ambiental asumido y de un desarrollo institucional que le permita diversificar la política. Es decir, aun si el gobierno asume el compromiso (elevándolo, por ejemplo, a rango constitucional), el instrumento  $d_{2A}$  del sistema 4.6 podría ser cero si no existe una institucionalización de los instrumentos de política que haga viable su aplicación. Es indispensable el desarrollo institucional y administrativo que posibilite la implementación de la política ambiental para que el término  $d_{2A}$  del sistema 4.6 tenga un peso en el modelo.

## C) Crecimiento del producto o sustentabilidad ambiental: el enfoque de la pérdida social

Consideremos un caso simple en el que los objetivos de política son cierto nivel de producto  $Y^*$  y el mantenimiento de la sustentabilidad ambiental, para el que se requiere un acervo de medio ambiente en  $N^*$ . El sistema de objetivos e instrumentos arroja el siguiente marco de Tinbergen:

$$\begin{aligned}
 Y^* &= a_1 G + a_2 M^S \\
 N^* &= \gamma_1 G + \gamma_2 M^S + d_2 A \\
 &\text{donde} \\
 \gamma_1 &= d_1 a_1 \\
 \gamma_2 &= d_1 a_2 \\
 &\text{donde } d_1 < 0
 \end{aligned}
 \tag{4.7}$$

Supongamos que el gobierno conoce el valor de los parámetros  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $\gamma_1$ , y  $\gamma_2$  de suerte tal que puede conocer el valor de  $G$  y  $M^S$  para ciertos niveles de  $Y^*$  y  $N^*$ . Podemos expresar 4.7 de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 \Delta Y^* &= a_1 \Delta G + a_2 \Delta M^S \\
 \Delta N^* &= \gamma_1 \Delta G + \gamma_2 \Delta M^S + d_2 \Delta A
 \end{aligned}
 \tag{4.8}$$

obteniendo

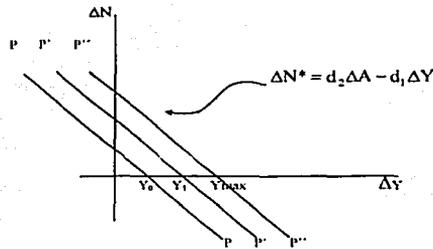
$$\Delta G = \frac{\Delta Y - a_2 \Delta M^S}{a_1}$$

y sustituyendo en 4.8, se tiene que:

$$\Delta N^* = d_2 \Delta A - d_1 \Delta Y
 \tag{4.9}$$

La ecuación 4.9 informa de la restricción de política macroeconómica para el crecimiento del producto y la sustentabilidad ambiental. Es decir que, si el gobierno promueve un crecimiento económico dado, éste podrá ser sustentable en la medida que la política ambiental anule los efectos dañinos sobre el medio ambiente. En 4.9 es claro que si  $\Delta N^* = 0$  es porque  $d_2 \Delta A = d_1 \Delta Y$  y ello dibuja una relación entre las políticas como sigue:

**Figura 4.1**  
**Marco de Tinbergen:**  
**Interpretación geométrica**



Es decir que es posible obtener crecimiento del producto aún cuando  $\Delta N^* = 0$ . Ello es posible gracias a que la política ambiental anula los efectos del crecimiento del producto en el medio ambiente. En la figura, a medida que la política ambiental se fortalece se generan desplazamientos a la derecha de la curva  $PP$ . Gracias a ello, los niveles de producto  $Y_0$  y  $Y_1$  son sustentables. ¿Qué sucede cuando el gobierno continua impulsando el crecimiento del producto, digamos, hasta  $Y_{max}$ ? La política ambiental podrá permitir aún un desplazamiento de la curva  $PP'$  hacia  $PP''$ , en la que los parámetros de la política ambiental en las ecuaciones de Lawn y de Heyes tienen su valor máximo posible. Es decir que será imposible desplazar la  $PP''$  a la derecha, por lo que el crecimiento del producto mas allá de  $Y_{max}$  se asocia con  $\Delta N < 0$ , es decir, serán niveles de producto no sustentables.

Dado que la curva  $PP$  tiene pendiente negativa, el crecimiento del producto significa un alejamiento de la meta de sustentabilidad ambiental, a menos que la política ambiental

se encuentre lo suficientemente desarrollada para permitir, hasta cierto punto, que el ritmo de actividad económica sea ambientalmente sustentable. Consideremos ahora la construcción de la función de pérdida social. La sociedad pierde cuando no se alcanza el objetivo de producto y no se alcanza el objetivo ambiental. Tomaremos el caso en el que la pérdida es mayor a medida en que más lejos se está de los objetivos. Seguiremos una construcción formal *a la* Sachs, en la que se toma en cuenta las desviaciones cuadráticas de la variable observada respecto a la deseada. Ello es, que si, por ejemplo, se duplica la desviación, la pérdida social se multiplica por cuatro (Sachs, 1994). Si  $\Delta Y$  es distinto de  $\Delta Y^*$  la pérdida se mide por  $(\Delta Y - \Delta Y^*)^2$ . Ahora bien, la pérdida social por no alcanzar ninguno de los objetivos es la suma de las desviaciones cuadráticas de cada objetivo. Para nuestro ejemplo, la función de pérdida queda como sigue:

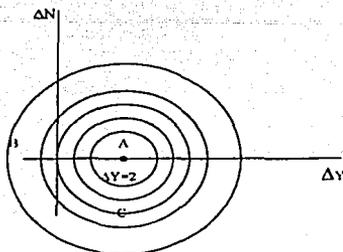
$$L = (\Delta Y - \Delta Y^*)^2 + (\Delta N - \Delta N^*)^2 \quad 4.10$$

Supongamos que el gobierno se interesa en mantener un cierto crecimiento del producto, digamos del 2 por ciento, mientras se asegura la sustentabilidad ambiental (lo que implica que  $\Delta N^* = 0$ ). Sustituyendo en 4.10, la función es la siguiente:

$$L = (\Delta Y - 2)^2 + (\Delta N)^2 \quad 4.10a$$

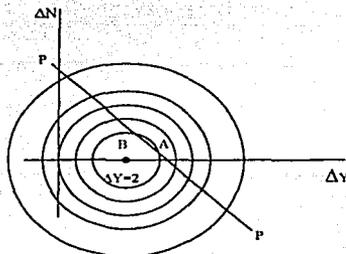
Ahora bien, en los puntos  $\Delta Y = 2$  y  $\Delta N = 0$  de la figura 4.1 la pérdida social es cero. Tal combinación minimiza la función de pérdida social. Como es usual con las funciones de utilidad o de pérdida, podemos dibujar curvas de indiferencia que muestren las combinaciones que mantienen inalterada la pérdida. El resultado es un círculo con centro en el punto óptimo ( $\Delta Y = 2$ ,  $\Delta N = 0$ ). A medida que las desviaciones son mayores, esto es, a medida que nos alejamos de tal combinación, la pérdida social aumenta. Ello se representa por el siguiente mapa de curvas de la función de pérdida social.

**Figura 4.2**  
**Funciones de pérdida social**



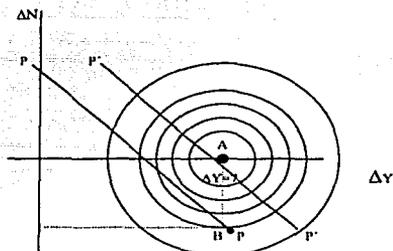
Los círculos que más se alejan del punto óptimo representan una pérdida social mayor. Conforme la economía se acerca al punto óptimo, donde el crecimiento del producto es de 2 % mientras que no hay degradación ecológica, se irá situando en curvas de indiferencia de pérdida social menores. En el punto A la pérdida social es nula, ya que se observa el crecimiento en producto que era meta de política al tiempo que se asegura la sustentabilidad ambiental. Puntos como B o como C representan pérdida social respecto a A, ya que pueden representar menor nivel de producto o degradación ecológica. La autoridad económica formulará política macroeconómica para intentar situarse sobre el punto óptimo A. Sin embargo, vimos que los instrumentos de política son dependientes entre sí respecto a los objetivos, por lo que tendrá que incluir la restricción de política que veíamos más arriba.

**Figura 4.3**  
**Enfoque de la pérdida social**



Los puntos donde cruza la curva de indiferencia con la restricción de políticas representan combinaciones posibles y alcanzables con los instrumentos existentes. El punto óptimo B es perfectamente viable, pues representa una combinación de  $\Delta Y$  y  $\Delta N$  que la política puede alcanzar. Con el estado actual del arte, la autoridad económica podría elevar un poco las metas (mayor tasa de crecimiento en el producto con rehabilitación ambiental,  $\Delta N > 0$ ) hasta el punto A. Sin embargo, una situación común en la formulación de política macroeconómica es aquella en que se desea un crecimiento del producto elevado al tiempo de buscar la sustentabilidad ambiental. ¿Qué pasa cuando la autoridad quiere lograr un crecimiento en el producto del, digamos, siete por ciento en un ambiente de "desarrollo sustentable"? ¿Es posible, acaso, cuando la política ambiental no está del todo desarrollada? ¿Cómo se representaría esto en los diagramas? La figura 4.4 representa este último caso.

**Figura 4.4**  
**Política de crecimiento económico y**  
**desarrollo de la gestión ambiental**



La autoridad determina al punto A como objetivo de política macroeconómica. Pretende, al menos en el discurso, que el crecimiento del producto sea ambientalmente sustentable. Sin embargo, las condiciones del equilibrio ecológico y el estado que guarda la administración ambiental en el desarrollo institucional de las políticas impiden que en el punto A se minimice la pérdida social. Por el contrario, ante la ausencia de un desarrollo en la gestión ambiental, si la economía alcanza eventualmente la tasa del 7% de crecimiento en el producto se situará en el punto B, donde la pérdida social es alta, pues se presenta degradación ambiental. En todo caso, para que dicha meta de producto sea sustentable, la

política macroeconómica debiera ir acompañada de un amplio desarrollo de la gestión ambiental (en particular, en los instrumentos contenidos en la variable  $A$  de marco de Tinbergen, o sea, la imputación de costos ambientales al contaminador, el sistema de permisos de uso y la estructura fiscal de seguros), de suerte tal que la restricción PP se traslade a la derecha, a  $PP'$ . Si la búsqueda del crecimiento económico se da sin la compañía de una agresiva gestión ambiental, es muy probable entonces que se genere un proceso de degradación ambiental ante el cual la sociedad empeora en su función de pérdida.

### D) Política de gestión ambiental

Profundicemos un poco en los instrumentos de la política ambiental. Es decir, una vez que la meta de sustentabilidad ambiental es una más en la agenda de los formuladores de política pública, les interesa conocer, al menos en términos generales, las características de los instrumentos con los que se intentará lograrla. En la sección anterior construimos la relación que guarda la meta con los instrumentos:

$$N^* = d_1 Y + d_2 A \quad 4.4$$

Lo que en resultaba, sustituyendo los instrumentos de política económica que modifican el producto, en:

$$N^* = \gamma_1 G + \gamma_2 M^s + d_2 A \quad 4.5$$

En primera instancia, en la ecuación 4.5, la autoridad tiene tres instrumentos de política para alcanzar la meta de sustentabilidad ambiental. En la sección anterior decíamos que los dos primeros términos del lado derecho de la ecuación corresponden a la "posición Heyes" del modelo IS-LM-EE, pues informan que el gobierno ajusta el gasto público, o bien, la oferta monetaria para obtener la meta sustentable. Ello equivalía, en el modelo, a generar desplazamientos de las curvas IS o LM para generar equilibrios en la curva EE.

Philip Lawn difiere de esta visión pues, a diferencia de lo que sucede en un marco convencional de Tinbergen,<sup>54</sup> es difícil que el gobierno conozca los valores de los coeficientes  $\gamma_1$  y  $\gamma_2$  y conocer, en consecuencia, cuánto tiene que modificar el gasto fiscal o la oferta monetaria para lograr la meta ambiental. Es decir, a la luz del IS-LM-EE, el gobierno no puede saber la magnitud de los desplazamientos requeridos de las curvas IS o LM para generar equilibrios macroeconómicos de largo plazo sobre la EE. Podría equivocarse fácilmente. Esta línea de discusión de política, la de la "posición Heyes", se convierte en un tema de formulación de política en un ambiente de incertidumbre, pues se desconocen las relaciones cuantitativas del modelo en cuanto variaciones de los instrumentos con relación al objetivo.

Sin embargo, cuando esto sucede, la autoridad tiene un tercer elemento que coadyuva en el logro del objetivo ambiental: la política ambiental. Vimos en la sección anterior, en el análisis del enfoque de la pérdida social, que una política ambiental activa puede alterar favorablemente la restricción de políticas y conseguir resultados, al modificar la ordenada al origen de la recta de restricción, difícilmente alcanzables con los instrumentos fiscal y monetario únicamente. En este sentido, la política ambiental es un elemento crucial en el esquema de política macroeconómica. El término  $d_2A$  de las ecuaciones 4.4 y 4.5 representa una combinación de distintos instrumentos de política ambiental. En el valor de  $A$  influyen los valores de los parámetros de política dibujados en las construcciones de Heyes y de Lawn. Con ello, tendríamos que:

$$A = A(\Lambda, \gamma, P, S) \quad 4.11$$

Donde la función  $A$  es positiva en todos sus argumentos. El parámetro  $\Lambda$ , proveniente de la construcción de Heyes, informa de la proporción de costos ambientales que son imputados a los agentes económicos, sean éstos consumidores o productores. El parámetro  $\gamma$  proveniente de la construcción de Lawn, mide el grado de desarrollo técnico en el ahorro de recursos naturales y la reducción en la emisión de contaminantes. Este parámetro depende de la implementación de ciertas medidas de política ambiental, e

<sup>54</sup> Sin tomar en cuenta la crítica de Robert Lucas a la formulación de la política macroeconómica.

indicará, con variaciones positivas, el hecho de que los productores, ante un costo elevado en la utilización de recursos naturales y de la emisión de contaminantes, detonan un proceso de mejora técnica que permite tanto el ahorro como la reducción, respectivamente.

El parámetro  $P$  se refiere al desarrollo del sistema de permisos transables de uso de recursos naturales. Esta medida, constitutiva de la "posición Lawn", es indispensable para que, cuando dichos permisos sean escasos y, por tanto, su costo sea elevado, los productores prefieran desarrollar mejoras técnicas en el uso de recursos y en la emisión de desechos de suerte tal que sus costos se reduzcan y compensen la elevación del precio de los permisos. El acervo disponible de permisos es dado por la autoridad de acuerdo a algún estudio que indique el objetivo ambiental. Es decir, consiste en ajustar el transflujo de materia y energía ambiental a algún nivel deseado. Por último, el término  $S$  medirá el desarrollo del sistema de seguros por daño ambiental. En la medida que una actividad determinada sea muy contaminante, el agente responsable tendrá que cubrir, a través de algún instrumento fiscal, el monto del seguro que permita la reparación del daño en el corto, mediano o largo plazo, según sea el caso.

Una política ambiental integral, entonces, será aquella que contemple, entre otros, los instrumentos hasta aquí definidos. La imputación de los costos ambientales obligará a preferir actividades cuya generación de dichos costos sea menor, representando así una presión menor al ambiente. Sin embargo, existirán casos en los que dicho costo sea menor al asociado al cambio de giro, por lo que prefiera pagarse. El sistema de seguros ambientales, entonces, permitirá que el agente económico cubra un monto igual o similar al estimado para la reparación del daño ambiental provocado. Si, además, la política ambiental contiene el sistema de permisos de uso de recursos, se asegurará, al menos en un rango, que el transflujo de materia y energía ambiental sea semejante al que permite la sustentabilidad. Discutamos un poco los instrumentos de política ambiental.

Existen los instrumentos de política ambiental catalogados como "de mercado" pues utilizan el mecanismo de los precios para lograr las metas propuestas. Los instrumentos que no son "de mercado" tendrán otras características y no serán tratadas en este trabajo. Los

cuatro instrumentos que del modelo IS-LM-EE derivan son instrumentos "de mercado" pues todos involucran, en diferentes modos, el mecanismo de los precios para buscar los objetivos propuestos. El primero en la lista, la política de internalización de externalidades, constituye un instrumento de mercado por excelencia, pues buscará apearse al principio conocido como "el que contamina paga", lo que es una interpretación de los impuestos llamados "pigouvianos" a las externalidades negativas de la actividad económica, en particular las ambientales. La función del impuesto, promovido por la vertiente de la "economía ambiental", es que el contaminador conozca el valor monetario exacto de sus impactos ambientales y determine, a través de un análisis económico de optimización, el nivel de contaminación óptima al puede sujetarse sin mayor problema. Sin embargo, existe cierto escepticismo con respecto a esta medida, aún en aquellos que la promueven, debido a la falta de información para determinar el nivel óptimo de contaminación. Dejemos que sea Martínez Alier quien aclare el punto:

"Por otra parte, se puede pensar que el mismo concepto de 'contaminación óptima' es normalmente engañoso porque no hay forma satisfactoria (ni siquiera en el plano teórico) de definir el valor monetario de muchos impactos ambientales; como señala Azar, 'nuestro vocabulario económico, por ejemplo el concepto de optimalidad, evoca una visión del mundo inspirada en Platón, según la cual *existe* —en un sentido ontológico— la mejor elección a adoptar, y una mayor investigación revelará cuál es esta elección..." (Martínez Alier, 2000).

O sea que es probable que ni siquiera exista esa mejor elección a adoptar con relación a la contaminación óptima. Es probable que dicho concepto ni siquiera sea algo definible. En tal caso, si la contaminación no puede ser fijada de manera óptima, tendrá que fijarse "políticamente". Las normas ambientales, aún en el caso del que "contamina paga", se fijarán externamente a la economía, en algún instituto de investigación ecológica, por ejemplo.

El sistema de permisos transables de uso de recursos es análogo al sistema de permisos de contaminación comerciables. El gobierno fija la oferta de permisos de acuerdo

a la meta ambiental establecida. En el caso del permiso para el uso de recursos, el gobierno conoce el transflujo permisible acorde con el equilibrio ecológico y fija, mediante la oferta de permisos, la cantidad de recursos naturales que pueden ser utilizados por la actividad económica. La demanda de permisos, por parte de las empresas, variaría de acuerdo al ritmo de actividad económica. Un mayor dinamismo económico requeriría un mayor transflujo de recursos naturales hacia la economía. Si la oferta de los permisos es limitada, entonces su precio se elevará. Lo contrario ocurre cuando el dinamismo económico disminuye. La elevación del precio de los permisos implicaría un aumento de los costos de producción de las empresas y, si el ambiente es competitivo, una reducción en el margen de ganancias. Este sistema, por tanto, generaría un incentivo para la mejora técnica en la utilización de recursos naturales, provocando ahorros en su uso y reduciendo el impacto ambiental de la actividad económica. Constituye una propuesta que utiliza los mecanismos de mercado, pero donde no existe una valoración económica de por medio.<sup>55</sup>

El sistema de seguros ambientales propuesto en el modelo, se asemeja al sistema de depósitos reembolsables. El agente contaminador realiza un depósito (compra un seguro) de acuerdo a algún daño ambiental esperado asociado a la actividad que realiza. Si el daño ambiental es perpetrado, el depósito (o el seguro) será utilizado para remediarlo, si no se realiza, el depósito podrá ser devuelto o bien, constituir un fondo de protección ambiental. Este pago incentiva a las empresas a mejorar la técnica y reducir las emisiones, con tal de aminorar el daño infringido al medio ambiente. Tanto este proceso, en el que se reducen las emisiones, como el anterior, en el que se ahorran recursos, se recogen en el parámetro  $\gamma$  de la ecuación 4.11. Cuando la gestión ambiental es integral, promueve que los parámetros de política se eleven a su valor máximo, particularmente el del desarrollo técnico,  $\gamma$ , y el de la imputación de los costos ambientales,  $\lambda$ .

Existirán mecanismos de gestión ambiental que no serán de mercado y que igualmente podrían influir en la restricción de política pública. La educación ambiental podría coadyuvar a un mejor tratamiento de los desechos en el consumo y en la

---

<sup>55</sup> En Estados Unidos, por ejemplo, sistemas de esta índole son ya utilizados, como en el caso de los permisos para generar emisiones de dióxido de azufre (Martínez Alicer, 2000).

producción. La cultura ambiental podría generar procesos graduales de modificación en los patrones de consumo, hacia unos donde, en términos de la economía ecológica, el uso exosomático de energía sea menor, reduciendo el impacto *per capita* en el medio natural. Otro instrumento de gestión que no es de mercado es la prohibición del uso y ocupación de ciertas regiones territoriales por constituir ecosistemas fundamentales.

Los mecanismos de gestión ambiental, y sus instrumentos, se desarrollan ampliamente a la par de la reflexión de los problemas ambientales específicos. De ahí la complejidad en el diseño de una gestión ambiental exitosa, y de ahí el rezago en la aparición de resultados. Sin embargo, el esquema desarrollado en este trabajo permite reubicar conceptualmente el papel de la gestión ambiental en un contexto macroeconómico, en el que la coordinación de políticas resulta ser un ejercicio indispensable. Es decir, a la luz de las restricciones impuestas en el marco de Tinbergen, si la autoridad se interesa en realmente minimizar la pérdida social en la búsqueda de los objetivos debe tomar en cuenta que, por ejemplo, la búsqueda del crecimiento económico se debe acompañar, en la medida de lo posible, de una gestión ambiental muy activa, si es que se quiere lograr aquello vagamente definido como "desarrollo sustentable". Para ello, la autoridad cuenta con un instrumento adicional: la política ambiental, pero éste solo será representativo si existe un desarrollo institucional que permita la generación, formulación, aplicación y vigilancia de las políticas ambientales. Es decir que no basta con un compromiso asumido, en las conferencias de la ONU, para buscar la sustentabilidad ambiental de la economía.

¿Qué quiere decir esto? Que la política ambiental sólo será un instrumento disponible para el logro de las metas en la medida en que el desarrollo institucional en la materia así lo permita (legislación, dependencias de Estado, procuradurías, institutos de investigación, etcétera). Mirando la ecuación 4.4, si al gobierno le basta con únicamente asumir el compromiso sin generar un desarrollo institucional, el valor del coeficiente  $d_2$  bien podría ser cero, con lo que el instrumento de política ambiental desaparece prácticamente de la caja de herramientas de los formuladores de política pública. Puede desarrollar, en el papel, todos y cada uno de los instrumentos de política descritos hasta aquí, pero si no vela por su aplicación, o si los agentes estiman que ésta es muy laxa, el

---

parámetro puede ser muy bajo y anular los efectos positivos de la política ambiental. Se requiere, por tanto, de un desarrollo decidido y continuo en la organización, administración, formulación y, sobre todo, implementación de los instrumentos de política ambiental, de suerte tal que el valor de  $d_2$  sea positivo y, en el mejor de los mundos posibles, mayor a la unidad.

## CONCLUSIONES

---

Las conclusiones de esta tesis se presentan en tres vertientes de acuerdo al nivel de tratamiento dado a los problemas expuestos en el capitulo. Primero, discutiremos la importancia de la macroeconomía ambiental como nueva manera de pensar los problemas de la sustentabilidad del proceso económico. Para desarrollar esta primera cuestión nos basaremos en lo expuesto en el primer capítulo. Segundo, discutiremos las implicaciones del modelo base de la macroeconomía ambiental. En la exposición del segundo y tercer capítulo se contiene su construcción formal. En el cuarto se discuten las implicaciones de política. Ahora, en esta sección, intentaremos concluir al respecto, dando especial énfasis en la formulación integral de la política macroeconómica. Por último, se establecen algunos lineamientos de investigación propuestos por la macroeconomía ambiental y que no están resueltos en el IS-LM-EE. Se intentara diferenciar los tópicos no resueltos en dos vertientes: aquellos que pueden incluirse en el desarrollo del modelo IS-LM-EE (como la continuación del análisis formal para representar situaciones diversas de la macroeconomía de economías abiertas y la discusión de las ideas expuestas en el seminario *Macroeconomics and the environment* del Fondo Monetario Internacional) y aquellos que por sus características escapan de su campo de tratamiento y que integran la naciente agenda de investigación de la macroeconomía ambiental.

### A. La macroeconomía ambiental: ¿Tenemos las prioridades correctas?

La macroeconomía ambiental constituye, en términos generales, una nueva manera de pensar la cuestión del desarrollo sustentable en un contexto distinto al que hasta el momento se ha presentado. Ello se debe a que, desde un principio, la conceptualización de los procesos económicos es distinta a la convencional: los problemas ambientales asociados con la actividad económica dejan de entenderse como "externalidades" para convertirse en un problema inherente. Desde el momento en que se prefiere la visión de que la economía es un subsistema de transformación de materia y energía ambiental (sujeto a las leyes de la termodinámica) sobre aquella tradicional del flujo circular (en la que el medio ambiente no

---

está en el análisis, por lo que es fuente de externalidades), la idea de sustentabilidad adquiere un matiz distinto: del problema intergeneracional de la asignación de recursos se pasa a la idea de la capacidad de carga.

La misma idea de producción económica cambia con la nueva visión: se le identifica no como tal (ya que, dada la sentencia termodinámica, la materia no se crea ni se destruye), sino como una transformación de materia y energía ambiental, donde la generación de entropía (materia y energía degradada) es inevitable. En la medida en que pensemos que la economía es un flujo circular al que nada entra y del que nada sale, cuyo crecimiento no infringe costos, perdemos de vista la naturaleza entrópica del sistema económico y, por tanto, obviamos el origen mismo del problema ecológico de la economía. Cuando esto sucede, aun cuando se busque la sustentabilidad, el análisis de los problemas ambientales se circunscribe a las "externalidades", en las que, desafortunadamente, no se entiende a cabalidad el problema.

La macroeconomía ambiental, habiendo tenido su génesis en la economía ecológica, es posible gracias a la visión de la economía como subsistema. Se basa, precisamente, en el problema termodinámico de la economía, ahora vista desde una perspectiva de agregación: no importa, entonces, lo particular de alguna actividad productiva, sino su generalidad. La termodinámica afirma que la actividad "productiva" realiza inserciones en el medio ecológico por dos razones: la extracción de la materia y la energía requerida para su transformación y la generación y emisión de la materia degradada, que se vierte al medio natural. La cuestión fundamental no es si esto, acaso, sucede; sino en qué escala sucede. En la medida en que la actividad económica crece, las inserciones en el medio natural se incrementan. Se genera, entonces, la presión sobre el sistema ecológico de soporte: por un lado, por la provisión acelerada de los insumos requeridos por la producción y, por otro, por la aceleración en la generación de emisiones y contaminantes que dicho sistema tendrá que asimilar.

El sistema ecológico global tendría ciertos límites para cumplir estas dos funciones. Dichos límites establecen su capacidad de carga. Los ecosistemas complejos tienen cierta

---

flexibilidad para soportar alteraciones en el flujo termodinámico. El problema radica, precisamente, en no romper los umbrales ecosistémicos, so pena de accionar un proceso de continua degradación. Esa es la noción de capacidad de carga. En la medida en que la actividad productiva no genere una presión sobre los ecosistemas más allá de sus límites se evitaría su degradación. Sin embargo, no es eso lo que precisamente parece estar ocurriendo. El economista ecológico Robert Costanza asegura que los fenómenos ambientales globales (tales como el adelgazamiento y perforación de la capa de ozono y el cambio climático asociado) son síntomas de que la economía global ha traspasado ya la capacidad de carga de los ecosistemas globales. Esto implica que, entre muchos otros fenómenos, la generación de gases contaminantes (como el  $\text{CO}_2$ ) a escala global ha sobrepasado la capacidad atmosférica para su asimilación, por lo que se presenta el llamado "efecto invernadero", caracterizado por una tendencia alcista en la temperatura promedio global.

La noción de sustentabilidad, una vez teniendo en cuenta estos elementos, no está más que a un paso. Debido a que el principio, tal vez, fundamental de la sustentabilidad consiste en disminuir el impacto ambiental de la economía de suerte tal que no se degrade el medio natural, ésta implica, en palabras de la economía ecológica, que el subsistema económico (y la escala a la que transforma materia y energía ambiental) no sobrepase la capacidad de carga del sistema que le brinda soporte y sostén. El desarrollo sustentable, en términos generales, se define entonces como aquel desarrollo en el que el subsistema económico tiene un tamaño y una escala que, con relación al sistema ecológico de soporte, no propicia un proceso de degradación ecológica, esto es, que no sobrepasa su capacidad de carga. Tal definición se complementa con las ideas de equidad y justicia social. Herman Daly, por ejemplo, establece que la sustentabilidad, efectivamente, debe de asegurar el respeto a la capacidad de carga además de significar un óptimo en el bienestar social.

Tal óptimo resulta de comprender que, dado el impacto ambiental de la producción, el crecimiento económico genera costos de diversa índole, particularmente sociales y ambientales. En la visión convencional el crecimiento económico parece generar únicamente beneficios (empleo, mayores ingresos y mejor distribuidos –por ejemplo, la

---

curva de Kuznets-, etc.). En la visión ecológica, cuando el crecimiento económico supera la capacidad de carga de los ecosistemas, se incurren en costos (por cierto, no contabilizados en la metodología tradicional –como el producto interno bruto-) que la sociedad termina, de una forma u otra, asumiendo. El impacto ambiental negativo de la actividad económica tiene repercusiones directas en el bienestar económico y humano de la población. Cuando los costos asociados al crecimiento superan los beneficios derivados se habla, en la argumentación de Daly, de crecimiento que ha dejado de ser económico. Esto es muy claro: si la más simple racionalidad económica implica que se debe buscar que los beneficios superen a los costos, cuando estos últimos superan a los primeros se presenta un proceso que no es económicamente racional. Daly argumenta que el mundo, en estos últimos años, ha entrado en un período de crecimiento no económico, por lo que se debiesen de formular nuevamente las metas de política económica.

Sin embargo, al margen de si entendemos o no al crecimiento de la producción como económico, la macroeconomía ambiental pone precisamente al crecimiento, como meta de política, en el centro del debate. La razón es muy sencilla, pero no por ello simplista: si tenemos que el sistema ecológico global es finito, el crecimiento de uno de sus subsistemas (el económico), que implica una mayor presión, no puede ser infinito. Por tanto, el crecimiento económico no puede ser un proceso infinito, sino que enfrenta límites físicos. Por tal razón, la macroeconomía ambiental, al establecer la meta “sustentabilidad del desarrollo” impone una restricción al crecimiento económico. Si a esta idea añadimos la noción de que el crecimiento ha dejado de ser económico, efectivamente parece, en un primer momento, que su promoción e incentivo es irracional.

La factibilidad y promoción al crecimiento económico dependerá, en un segundo momento, de la visión de mundo que se asuma. Es decir, en la economía ecológica, luego de esta discusión, se distinguen dos visiones, a saber: la del “mundo vacío” y la del “mundo lleno”. En la primera se supone que el tamaño del subsistema económico está por debajo del óptimo, por lo que la escala a la que transforma materia y energía ambiental no genera presión sobre la capacidad de carga, por el contrario, esta última supera a aquella. En tales circunstancias será posible pensar en un proceso de crecimiento limitado en el que, por

---

---

ejemplo, se administren los costos y los beneficios de suerte tal que aquellos se minimicen mientras éstos se maximizan. No es por demás aventurado en decir que, a pesar de que Daly argumenta que el concepto "crecimiento sustentable" es un *oxymoron* (contradicción), es posible plantear su factibilidad al menos teóricamente. Tal proceso de crecimiento, para que sea sustentable, tiene que ser finito y detenerse en el momento en que la escala del subsistema económico ha alcanzado la capacidad de carga del sistema global.

Otra cosa sucede si nos ubicamos en el mundo lleno, en el que el tamaño del subsistema es demasiado grande con relación al sistema de soporte, por lo que la escala de transformación ha sobrepasado ya la capacidad de carga. La promoción del crecimiento, en vez de ser una meta deseable, se convierte, en esta idea, en un verdadero problema. Tanto Daly como Georgescu-Roegen intentan documentar que cada vez cuesta más promover el crecimiento, es decir que, gradualmente, se requiere utilizar una mayor cantidad de recursos para generar un punto porcentual adicional de producto, aún cuando la tecnología pueda aumentar la eficiencia energética de la producción.<sup>56</sup> Robert Costanza ha propuesto que los fenómenos climáticos y ecológicos globales son claro reflejo de que vivimos en un mundo lleno, por lo que se ha sobrepasado ya, y desde hace mucho, la capacidad de carga del planeta. La promoción del crecimiento económico encuentra un severo panorama en este escenario. Martínez Alier establece que para que en el Sur económico se tengan los niveles de vida (y de uso exosomático de energía) similares a los del Norte, se requerirían de varios planetas adicionales para proporcionar las fuentes energéticas y materiales para tal transflujo.

Ante esta situación ¿debemos seguir promoviendo el crecimiento económico? La respuesta parece simple, pero no lo es así. Si dejásemos de impulsar al crecimiento ¿qué sucedería en la sociedad? ¿Qué pasaría, por ejemplo, con la generación de empleos? Es, sin duda, un duro dilema para el *policymaker* comprometido con los dos objetivos: generación

---

<sup>56</sup> A tal fenómeno se le conoce como "paradoja de Jevons". Ésta informa que es posible que, ante un proceso de mejora técnica que incremente la eficiencia material y energética de los procesos productivos, el transflujo global de materia y energía hacia la economía no disminuya, sino que se incremente. Tal cosa se generaría debido a la reducción de costos financieros de la producción y a la generalización del uso de tales técnicas. Es decir, es una situación en la que, después de la innovación tecnológica, se requieren menos recursos naturales

de empleo y sustentabilidad ambiental. Mientras tanto, la macroeconomía ambiental ha atinado en señalar que el resultado principal de señalar que la sustentabilidad es un problema macroeconómico es imponer una restricción al crecimiento económico. El modelo IS-LM-EE es un claro ejemplo de esto. La "macroeconomía sustentable", como ha sido definida en esta tesis, se da cuando el equilibrio macroeconómico convencional sucede a un nivel de producto (entre otras variables) en el que la escala de transformación no supera la capacidad de carga de los ecosistemas. Sin embargo, como el capitulado lo estipula, no existen mecanismos automáticos que aseguren que, en una situación inicial de desequilibrio, se arrije al equilibrio ecológico. Si la dinámica de la macroeconomía es una de crecimiento económico, lo que implica que el equilibrio IS-LM se lleva a la derecha de la curva EE, no existirá, tampoco, mecanismo automático que desplace la EE para encontrarse en el nuevo equilibrio. Por el contrario, dado que el nivel de producto es mayor al sustentable, la degradación asociada podría implicar que la curva EE, en lugar de desplazarse a la derecha, se desplace a la izquierda, alejando aún más la posibilidad de la sustentabilidad. Con base en esto es posible afirmar que la macroeconomía sustentable es un equilibrio difícil de alcanzar, por lo que la acción de la política pública (i.e., la macroeconómica y la ambiental) se hace indispensable.

## B. El modelo IS-LM-EE: Un dilema en la formulación de políticas

El modelo de la macroeconomía ambiental establece, como primera conclusión, que las fuerzas del mercado (representadas en éste como la dinámica de la macroeconomía) no aseguran, en ningún momento, la sustentabilidad ambiental. Se requiere, indispensablemente, de la acción pública a través de las diversas instituciones. Si el plan de gobierno de un país involucra el respeto al medio ambiente y el compromiso de promover el desarrollo sustentable, la macro ambiental lo obliga entonces a formular la política de una manera integral, en la que se tome en cuenta el impacto ambiental de las medidas económicas que impulsan al crecimiento y se actúe en consecuencia. En este sentido, las

---

en cualquiera de sus formas) para producir una unidad promedio de producto, pero ahora se producen más

---

---

soluciones del modelo IS-LM-EE establecen dos escenarios distintos: el que se denomina como "posición Heyes" y el de la "posición Lawn", ambos términos debidos a sus autores. La posición Heyes abunda sobre la respuesta de la macroeconomía a los desequilibrios ecológicos. En ella, son la política fiscal y monetaria las que tienen que administrar el nivel de producto de suerte tal que se alcance su sustentabilidad. En el modelo, tal posición se representa por desplazamientos de las curvas IS y LM que generen equilibrios macro sobre la curva EE, dando como resultado una variabilidad del nivel de producto observado de suerte tal que éste se ajuste al sustentable.

A diferencia de Heyes, la posición Lawn resalta el papel de la política ambiental, pues argumenta que sería muy difícil conocer la magnitud de las variaciones monetarias y fiscales requeridas para el aseguramiento del equilibrio ecológico. En vez de eso, propone dos mecanismos distintos al alcance de la mano, en diferente grado, de la autoridad ambiental y de la formulación de la política. La creación de un mercado de permisos de uso de recursos (los cuales tendrán un acervo disponible finito, acorde con los requerimientos de capital natural intacto para evitar la su degradación) y la promoción administrada de las innovaciones técnicas que mejoren la eficiencia energética, podrían incrementar el nivel de producto sustentable (representado por desplazamientos de la curva EE a la derecha) y transformar un desequilibrio ecológico en una macroeconomía sustentable, sin significar, necesariamente, una disminución del nivel de actividad económica. El escenario parece más halagador, sin embargo, existen límites a los desplazamientos a la derecha de la curva EE (i.e., límites al crecimiento del producto sustentable). Ello se debe a que se supone que el capital natural y el capital hecho por la mano del hombre son complementarios y no sustitutos, por lo que existe un máximo de producto sustentable, imposible de incrementar.

Lo que la posición Heyes y la posición Lawn establecen es que es indispensable el accionar conjunto de la política macroeconómica junto con la ambiental. Si el objetivo de sustentabilidad desea lograrse, se requiere la integración y coordinación de políticas, lo que, por cierto, no es un reto nada fácil. Antes que nada, se requiere de una reconstitución del esquema institucional de las economías, con miras al cumplimiento del programa de

---

unidades que antes.

---

---

gobierno de largo plazo. El proceso de esto, a pesar de que en el caso mexicano ya llevamos algún trecho recorrido, puede ser muy largo en términos temporales.

La macroeconomía ambiental comienza su historia académica de manera similar al recorrido de la macroeconomía convencional: del análisis para una economía cerrada al análisis para economías abiertas, en las que el comercio exterior y las cuestiones financieras adquieren crucial importancia. El IS-LM-EE de Heyes y la primera versión de Lawn son construcciones para economía cerrada. El mismo Lawn realiza una breve incursión en la economía abierta, cuando propone el IS-LM-BP-EE. A pesar de que su esfuerzo es extraordinario (y sus resultados reveladores e importantes) el modelo resulta acotado, pues únicamente analiza el caso de apertura comercial en un escenario de regulación en el mercado de capitales (y, en detalle, el cambiario). Sin embargo, el escenario mundial es distinto: el control al mercado de capitales es cada vez más raro en un mundo financieramente integrado. El breve esfuerzo realizado para modificar esto un poco establece un análisis primitivo entre la sustentabilidad ambiental y las fluctuaciones cambiarias (por cierto, mucho más frecuentes que la regulación al mercado de capitales).

En la breve discusión para economías abiertas, en las que la visión del subsistema económico se circunscribe al territorio de la economía doméstica, las devaluaciones cambiarias tienen un efecto negativo en el nivel del producto sustentable, ya que las exportaciones de bienes primarios ganan en competitividad generando desplazamientos de la demanda mundial hacia ese tipo de exportaciones. Un elevado tipo de cambio se asocia, entonces, a un ritmo acelerado en la extracción de recursos, lo que influye negativamente en la intensidad agregada de la economía. Sin embargo, el análisis es muy básico y, seguramente, deja de lado tópicos fundamentales de la economía abierta.

El modelo IS-LM-EE, tanto en su versión de economía cerrada como en su versión básica para economía abierta, informa de las restricciones en la formulación de la política macroeconómica. Tales restricciones aparecen una vez que la sustentabilidad ambiental del proceso de desarrollo se establece como meta de política pública. Existe un problema clásico (*a la* Tinbergen) entre metas e instrumentos de política. En este caso, las metas de

---

crecimiento económico y de sustentabilidad ambiental encuentran un panorama conflictivo en la instrumentación de políticas. Un ejercicio de complementación para la macroeconomía ambiental se realiza en la formulación e interpretación de un marco de Tinbergen y del enfoque de la pérdida social, respectivamente. El gobierno enfrentará una restricción de políticas a la que se sujetan los objetivos mencionados. Será su responsabilidad relajar tal restricción de suerte tal que se minimice la pérdida social. El relajamiento es posible, sin más, con la innovación y mejoramiento del proceso de formulación de política pública, siendo que entre más desarrollada tenga, por ejemplo, la gestión ambiental, los objetivos de sustentabilidad ambiental serán más alcanzables, y la pérdida social será minimizada.

Si un objetivo fundamental de la política macroeconómica es el impulso al crecimiento se debe actuar entonces, mediante la política ambiental, para amortiguar el impacto ambiental asociado, so pena de alejarnos de la combinación *crecimiento del producto-sustentabilidad ambiental* que minimiza la pérdida social. Para ello, es claro que se requiere contar con instrumentos específicos de política ambiental, tales como el sistema de permisos de uso de recursos y la promoción de mejoras en la eficiencia energética, para que ello sea posible. El desarrollo institucional, por tanto, que permite influenciar el impacto ambiental del crecimiento del producto se vuelve una cuestión crucial. Este desarrollo institucional en la cuestión ambiental, sin embargo, no se convierte, por estas razones, en condición suficiente para el relajamiento de la restricción de políticas. En todo caso, será una condición necesaria para una política pública integral que enfrente e intente solucionar el conflicto entre objetivos e instrumentos. Hará falta, en todo caso, la coordinación de políticas de acuerdo a los objetivos de la política pública establecidos.

### C. Hacia una agenda de investigación

El campo de estudio de la macroeconomía ambiental se expande, con el modelo IS-LM-EE, hacia un cuerpo teórico y deja de circunscribirse en la discusión de la contabilidad nacional ecológica. Sin embargo, a pesar de que con el modelo IS-LM-EE se abordan diversos aspectos de las cuestiones de una economía, existen, como es normal con todo cuerpo

---

nuevo de conocimiento, tópicos que no se han resuelto a cabalidad y que, dado su peso específico, requieren un urgente tratamiento teórico. Tal es el caso de temas específicos de economías abiertas. Es decir, a pesar del esfuerzo por representar en el modelo IS-LM-EE cuestiones de apertura económica, se requiere de una macroeconomía ambiental para economías abiertas en el que el tratamiento de los temas se dé de manera clara y detallada.

En el modelo expuesto en este trabajo, no queda explícito y claro el vínculo de la intensidad ambiental de la economía, o bien, de la eficiencia técnica de la producción respecto al tipo de cambio. No basta, en pos de una cuerpo analítico detallado, con una breve mención al respecto, por Stanley Fischer, en el seminario del FMI. Es decir, las variaciones en el tipo de cambio, al interior de la economía, pueden tener efectos más complejos, en términos de precios relativos, que la simple variación en el precio internacional de los productos domésticos del sector primario. Es decir, el FMI identificó que la demanda externa por recursos naturales puede crecer después de una devaluación, lo que implica una mayor explotación de los mismos. Sin embargo, en economías donde el tipo de cambio es un fuerte componente inflacionario (dado el alto porcentaje de materias primas importadas, o, si se prefiere, de una elevada propensión marginal a importar) los efectos podrían ser más complejos que simplemente eso. Así, intuitivamente, la gestión ambiental bajo regímenes de tipo de cambio fijo debiera ser una y la gestión bajo regímenes de tipo de cambio flexible debiera ser otra. La macroeconomía ambiental para economías abiertas, a través del modelo IS-LM-EE, debiera analizar esto.

Otra cuestión con la que podría extenderse el modelo se refiere a los escenarios posibles derivados de que el gobierno asuma un compromiso en pos de la sustentabilidad. En el trabajo de Philip Lawn se especifica en el modelo el momento en el que el gobierno asume dicho compromiso (tal cuestión se recoge brevemente al inicio del capítulo IV). El gobierno, en el ejemplo de Lawn, viene trabajando (formulando política macroeconómica) con el modelo IS-LM y, cuando asume el compromiso, incluye el objetivo de sustentabilidad en la formulación de política, lo que se representa con la incorporación de la restricción ambiental (la curva EE) en el modelo. Por lo general, es viable imaginar que, en tal situación, el equilibrio macroeconómico inicial se convierta en un desequilibrio general

---

---

(cruce de las curvas IS y LM a la derecha de la EE) que significa degradación ecológica. Para cumplir con el objetivo ambiental de sustentabilidad las autoridades contarán con los mecanismos recogidos en la "posición Heyes" y en la "posición Lawn" para generar el equilibrio deseado.

Sin embargo, existe un campo de análisis de esta situación: la intención de respetar el compromiso asumido en cuanto a la sustentabilidad ambiental por medio de la implementación de política macroeconómica y ambiental equivale a generar una variante de programa de estabilización macroeconómica con instrumentos que afectan en el corto y largo plazos. En este sentido, la credibilidad y la confiabilidad del compromiso asumido y de las acciones públicas para lograrlo puede generar situaciones variables. Por ejemplo, de manera intuitiva, dicho programa de estabilización ambiental en pos de la sustentabilidad, cuando se espera que sea efectivo y, por tanto, es creíble, puede generar expectativas de costos no deseados hacia los agentes económicos. La implementación de las medidas de protección ambiental (como el sistema del acervo finito de permisos de uso de recursos o el principio "el que contamina paga") puede generar acciones preventivas de los agentes involucrados que podrían afectar la efectividad del programa ambiental. Si existen mecanismos posibles de cobertura de futuros costos asociados a la protección ambiental, o si se altera, con esto, la efectividad del programa ambiental, son cuestiones que se debiesen analizar en el marco de este modelo.

Otro escenario, en este sentido, se conforma cuando, de entrada, el programa de estabilización macroeconómica hacia el equilibrio ambiental anunciado al asumir el compromiso no resulta creíble. Es decir, cuando los agentes perciben que las reglas del juego, después de anunciado dicho compromiso, no van a modificarse sustancialmente, es posible que no se presenten los mecanismos contemplados que corrijan o intenten corregir el desequilibrio ambiental. Cómo es que un programa de política de largo plazo es creíble o no y cómo es que actúan los agentes es algo que, también, debiese analizarse en este modelo. Se trata, sin más, de asuntos de credibilidad o confianza en el gobierno relacionados con los objetivos elegidos y los instrumentos disponibles de un programa gubernamental de promoción y búsqueda de la sustentabilidad.

---

Es decir, imaginemos un escenario en el que el gobierno anuncia un programa de política en pos de la sustentabilidad, digamos, perfecto. Contemplemos el escenario en el que se anuncia la creación de medidas e instrumentos que fortalecen y enriquecen a la política ambiental al tiempo que establece la coordinación de la política pública para facilitar el logro de tal objetivo. Pero pensemos que los agentes estiman que el gobierno, sin embargo, no cuenta con los instrumentos, recursos, normatividad, etc., que permitan la implementación de tal programa. Éste pierde, en este caso, credibilidad y, aunque contemple los elementos necesarios para generar ajustes hacia la sustentabilidad, estos últimos no se presentan. Con la ampliación e interpretación del modelo para representar situaciones de este tipo será posible, por ejemplo, analizar si las condiciones en las que el programa de política ambiental que se presentan en el caso mexicano (en particular, la normatividad, el grado de compromiso con los objetivos, la profundización institucional, etc.) son aquellas que propician un escenario u otro. Al identificar tales condiciones, así como sus consecuencias, será posible evaluar sistemáticamente, en caso de ausencia de resultados, si la formulación del programa ambiental es el origen del problema o si éste se debe a la baja credibilidad de sus políticas.

#### D. Más allá del modelo IS-LM-EE

En la economía ecológica existe un prolífico debate sobre el comercio internacional y sus efectos ecológicos. Martínez Alier (2000), por ejemplo, afirma que existe, por las condiciones históricas, una "deuda ecológica" del Norte económico al Sur gracias a la naturaleza del comercio internacional. Existen una serie de propuestas, como el denominado "comercio justo", que intentan resolver los problemas señalados. Hace falta, por lo demás, de un marco teórico de referencia en el que se pueda llevar a cabo el análisis y definir, metódicamente, las opciones de política. El comercio internacional representa un tópico fundamental en la cuestión de la sustentabilidad ambiental. Es decir, dado que define, en términos concretos, las características y niveles de producción de ramas específicas de actividad económica, influye en la determinación del transflujo de materia y energía ambiental hacia la economía. De igual forma, se requiere de un marco analítico

---

---

claro que permita conocer la situación en cuanto a la transferencias de costos mediante las transacciones comerciales.

Es común, en las ideas convencionales sobre comercio internacional, tomar en cuenta la estructura relativa de costos entre distintos países para explicar la manera en que las transacciones se llevan a cabo. Así, por ejemplo, hablamos tradicionalmente de ventajas comparativas y competitivas, de acuerdo a las diferencias en la estructura de costos relacionada con la producción de bienes comercializables. En este sentido, es necesario comenzar la discusión sobre la estructura de los costos ambientales relacionados con tal producción. De acuerdo con las diferencias tecnológicas entre países en los procesos productivos, el impacto ambiental de la producción, y sus costos asociados, debe ser incorporado al análisis sobre comercio internacional.

Con esto, por ejemplo, el balance entre costos y beneficios del comercio internacional, con relación a un país, puede modificarse. Tal vez los costos económicos en la producción de algún bien comerciable son más bajos y, por tanto, resulta rentable que el comercio se oriente hacia este bien. Convencionalmente, el país en cuestión "gana", pues es posible que coloque un importante volumen de exportaciones en el mercado mundial del bien en cuestión. Se elevan ventas, se eleva el ingreso, se genera empleo y se promueve el crecimiento de la economía. Sin embargo, si se toman en cuenta los costos ambientales relacionados con la producción del bien, la estructura de costos sociales (no solamente económicos) puede modificarse, alterando la estructura relativa de costos entre países. La balanza entre costo y beneficio podría invertirse y el país podría estar "perdiendo" al subsidiar, por no incluir los costos ambientales, la producción de los comerciables. En este sentido, la normatividad que se deriva de la noción convencional del comercio internacional puede modificarse sustancialmente. Los tópicos sobre comercio escapan del campo de análisis del modelo IS-LM-EE, por lo que se requiere, para su tratamiento, de una ampliación de la agenda de investigación de la macroeconomía ambiental.

De igual forma, los tópicos de contabilidad macroeconómica están planteados en la agenda de investigación. Sin embargo, resulta claro que su tratamiento escapa del marco

---

del modelo IS-LM-EE. Diversos indicadores han sido propuestos para modificar la manera en que los economistas medimos el éxito de un país. La metodología para medir el producto interno bruto (y el nacional bruto) han recibido diversas críticas desde la economía ecológica y ambiental. Una alternativa consiste en incluir, en tales indicadores, algunas cuestiones ambientales que den como resultado, por ejemplo, el producto interno neto ecológico (el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en México, realiza, desde hace algunos años, el cálculo del llamado PINE en sus cuentas macroeconómicas y ambientales). Otro esfuerzo consiste en calcular índices de sustentabilidad y de bienestar económico. En México, un esfuerzo se encuentra en Saldivar (1998) para calcular el índice de desarrollo sustentable. Por otro lado, la economía ecológica, a través de Daly (1996), propone el índice de bienestar económico sustentable (IBES) como alternativa al producto nacional bruto. La medición del éxito económico y, por tanto, la formulación de políticas para alcanzarlo tendrían que modificarse a la luz de los resultados de los indicadores de bienestar y sustentabilidad.

No hay registro en México de los esfuerzos en pos de su cálculo, a pesar que algunas naciones cuentan ya con el propio (Estados Unidos, Australia y Chile, entre otras). Lo que el IBES informa, por ejemplo en el caso de Estados Unidos, es que la tradicional relación positiva existente entre bienestar económico y crecimiento de la producción (medida en el PNB y en el PIB) se ha revertido recientemente. Como Daly apunta, hasta la década de los setenta, un punto porcentual adicional de PNB estadounidense se relacionaba con un crecimiento entre 4 y 6 puntos adicionales en el IBES (que pondera indicadores económicos y de desarrollo humano para dar una idea sobre el bienestar). Sin embargo, después de la década de los ochenta, el crecimiento del PNB se asocia incluso con disminuciones en el IBES, dando origen a la idea de que el crecimiento ha dejado de ser económico, pues los costos relacionados (que disminuyen el bienestar) superan a los beneficios generados (que lo aumentan). El cálculo del IBES escapa, también, del campo teórico abordado en el IS-LM-EE aunque no por ello deja de representar tópicos macroeconómicos evidentemente relevantes. Es necesario, entonces, plantear su cálculo para el caso mexicano y conocer, de esta forma, si la medición del éxito económico puede seguirse relacionando con el crecimiento porcentual del PIB. La construcción de tal índice

constituye un elemento más de la agenda de investigación de la macroeconomía ambiental que no se relaciona directamente con el modelo IS-LM-EE.

¿Cómo podríamos explicar, en pocas palabras, los propósitos fundamentales que dan origen a la macroeconomía ambiental? Como en esta tesis se intenta explicar, se trata de construir una visión distinta de dos cosas: 1. la búsqueda del desarrollo sustentable y 2. las responsabilidades de la política macroeconómica. No es deseable, entonces, que los objetivos de la política pública se mantengan distanciados entre sí. Una de las mayores conclusiones del modelo IS-LM-EE es que dichos objetivos (como el crecimiento económico y la sustentabilidad de la economía) mantienen un fuerte vínculo. La formulación de política (macroeconómica y ambiental) debiesen estar, por tanto, relacionadas.

El modelo IS-LM-EE otorga un marco analítico formal (utilizando un modelo bastante popular entre economistas) en el que es posible relacionar dichos objetivos y dichas políticas. La intención original de Anthony Heyes, autor de la restricción ecológica en el IS-LM, consiste en incorporar el modelo en los libros de texto. Como el título de su ensayo lo asegura, se intenta de "enverdecer" la macro. Philip Lawn generaliza esta intención y trabaja ya en pos de la construcción de una macroeconomía ambiental más amplia, no circunscrita a los libros de texto. Efectivamente, un avance sustancial sería incorporar el modelo IS-LM-EE en los libros de texto con que se enseña macroeconomía, pero ¿será suficiente? Tal vez, se lograría algo más si atendemos el objetivo fundamental de la macro ambiental planteado por Herman Daly: se trata de que la macroeconomía actúe en función de los objetivos básicos en el desarrollo y bienestar humanos, y no que solo trabaje en función de las adiciones cuantitativas que parecen estar relacionadas cada vez menos con tales objetivos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. [Illegible text]

2. [Illegible text]

3. [Illegible text]

4. [Illegible text]

5. [Illegible text]

6. [Illegible text]

7. [Illegible text]

8. [Illegible text]

9. [Illegible text]

10. [Illegible text]

11. [Illegible text]

12. [Illegible text]

13. [Illegible text]

14. [Illegible text]

15. [Illegible text]

16. [Illegible text]

17. [Illegible text]

18. [Illegible text]

19. [Illegible text]

20. [Illegible text]

21. [Illegible text]

22. [Illegible text]

23. [Illegible text]

24. [Illegible text]

25. [Illegible text]

26. [Illegible text]

27. [Illegible text]

28. [Illegible text]

29. [Illegible text]

30. [Illegible text]

31. [Illegible text]

32. [Illegible text]

33. [Illegible text]

34. [Illegible text]

35. [Illegible text]

36. [Illegible text]

37. [Illegible text]

38. [Illegible text]

39. [Illegible text]

40. [Illegible text]

41. [Illegible text]

42. [Illegible text]

43. [Illegible text]

44. [Illegible text]

45. [Illegible text]

46. [Illegible text]

47. [Illegible text]

48. [Illegible text]

49. [Illegible text]

50. [Illegible text]

51. [Illegible text]

52. [Illegible text]

53. [Illegible text]

54. [Illegible text]

55. [Illegible text]

56. [Illegible text]

57. [Illegible text]

58. [Illegible text]

59. [Illegible text]

60. [Illegible text]

61. [Illegible text]

62. [Illegible text]

63. [Illegible text]

64. [Illegible text]

65. [Illegible text]

66. [Illegible text]

67. [Illegible text]

68. [Illegible text]

69. [Illegible text]

70. [Illegible text]

71. [Illegible text]

72. [Illegible text]

73. [Illegible text]

74. [Illegible text]

75. [Illegible text]

76. [Illegible text]

77. [Illegible text]

78. [Illegible text]

79. [Illegible text]

80. [Illegible text]

81. [Illegible text]

82. [Illegible text]

83. [Illegible text]

84. [Illegible text]

85. [Illegible text]

86. [Illegible text]

87. [Illegible text]

88. [Illegible text]

89. [Illegible text]

90. [Illegible text]

91. [Illegible text]

92. [Illegible text]

93. [Illegible text]

94. [Illegible text]

95. [Illegible text]

96. [Illegible text]

97. [Illegible text]

98. [Illegible text]

99. [Illegible text]

100. [Illegible text]

- 
- Argandoña, Antonio (1996)/ *Macroeconomía avanzada*, McGraw-Hill, Madrid.
- Barro, Robert, Vittorio Grillo y Ramón Febrero (1997)/ *Macroeconomía. Teoría y política*, McGraw-Hill, Madrid.
- Baumol, W y William Oates (1975)/ *La teoría de la política económica del medio ambiente*, Antoni Bosch, España.
- Begg, David (1989)/ *La hipótesis de las expectativas racionales en la macroeconomía*, FCE, México.
- Blanchard, Oliver y Stanley Fischer (1989)/ *Lectures on Macroeconomics*, MIT Press, Massachusetts.
- Corona, Alfonso (2000)/ *Economía ecológica: una metodología para la sustentabilidad*, Facultad de Economía UNAM, México.
- Costanza, Robert (1991)/ "Goals, agenda, and policy recommendations for ecological economics" En: Costanza, R. / *Ecological Economics*. Columbia University Press. NY.
- Costanza, Robert *et al.* (1999)/ *Introducción a la economía ecológica*, AENOR, Madrid.
- Daly, Herman, comp. (1990)/ *Economía, ecología y ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario*, FCE, México.
- Daly, Herman (1991)/ "Elements of Environmental Macroeconomics". En: Costanza, R./ *Ecological Economics*. Columbia University Press. N.Y.
- Daly, Herman (1996)/ *Beyond Growth*, Beacon Press, Boston.
-

---

Daly, Herman (1997)/ "Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz" *Ecological Economics* No. 22.

Daly, Herman y John Cobb (1993)/ *Para el bien común*, FCE, México.

Daly, Herman. (2000)/ "Uneconomic growth in theory, in facts, in history and its relation with the Globalization", mimeo.

Dasgupta, P (1979)/ *Economy theory and exhaustible resources*, Cambridge University Press, UK.

Dornbusch, Rudiger, y Stanley Fischer (1998)/ *Macroeconomía*, 7ª edición. Prentice Hall.

Dornbusch, Rudiger y Stanley Fischer (2002)/ *Macroeconomía* 8ª edición, Prentice Hall.

Fischer, Stanley (1996)/ "What is reasonable to expect of the IMF on the environment?", en Gandhi, Ved (1996).

Gandhi, Ved comp. (1996)/ *Macroeconomics and the Environment*, International Monetary Fund, Washington.

Georgescu-Roegen, Nicholas. (1971)/ *The entropy law and the economic process*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Georgescu-Roegen, Nicholas. (1975)/ "Energy and economic myths" *Southern Economic Journal* No. 3

Georgescu-Roegen, Nicholas (1990)/ "La ley de la entropía y el problema económico" En: Daly, Herman, comp./ *Economía, ecología y ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario*, FCE, México.

---

- Georgescu-Roegen, Nicholas (1994)/ "¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología?" en Aguilera, F. y Víctor Alcántara/ *De la economía ambiental a la economía ecológica*, Fuhem/Icaria, Barcelona
- Heyes, Anthony (2000)/ "A proposal for the greening of textbook macro: 'IS-LM-EE'", *Ecological Economics* Núm 32.
- Hotelling, Harold (1931)/ "The economics of exhaustible resources", *Journal of Political Economy* Núm. 39.
- Humphrey, Thomas (1986)/ "The Dismal Science", en Humphrey, Thomas/ *Essays on Inflation*. Federal Reserve Bank of Richmond, Virginia.
- Hurewicz, Witold (1990)/ *Lectures on ordinary differential equations*, Dover Publications, NY.
- Jones, Hywell (1979)/ *Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico*, Antoni Bosch.
- Lawn, Philip (2001a)/ "Scale, prices and biophysical assessments" *Ecological Economics*, No. 38.
- Lawn, Philip (2001b)/ "Environmental macroeconomics: extending the IS-LM model to include an 'environmental equilibrium' curve", Australian Macroeconomics Workshop, University of Adelaide, Australia
- Lawn, Philip (2001c)/ "Environmental macroeconomics: an introduction to the IS-LM-EE model" Research paper No. 2001-02, Flinders University of South Australia, Australia.

Lawn, Philip (2001d)/ "Facilitating a higher level of sustainable income by restoring comparative advantage as the principle governing international trade", Research paper No. 2001-03, Flinders University of South Australia, Australia.

Martínez-Alier, Joan y Jordi Roca (2000)/ *Economía ecológica y política ambiental*, FCE, México.

ONU (2001)/ *Johannesburg Summit 2002 Brochure*, [www.johannesburgsummit.org](http://www.johannesburgsummit.org)

Pearce, David (1997)/ "Substitution and sustainability: some reflections on Georgescu-Roegen" *Ecological Economics*, No.27.

Ravaioli, Carla (1992)/ *Economists and Environment*, ZED Books, Londres.

Sachs, Jeffrey y Felipe Larraín (1994)/ *Macroeconomía en la economía global*. Prentice Hall. México.

Saldivar, Américo, coord. (1998)/ *De la economía ambiental al desarrollo sustentable*, Facultad de Economía UNAM y Programa Universitario de Medio Ambiente, México

Schumpeter, Joseph (1954)/ *History of Economic Analysis*, Oxford University Press, NY.

Solow, Robert (1974)/ "The economics of resources or the resources of economics", *Journal of Economic Literature* Vol. 64 No. 2

Solow, Robert (1997)/ "Reply: Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz" *Ecological Economics*, No. 27.

- 
- Stewen, Marcus (1998)/ "The interdependence of allocation, distribution, scale and stability  
-A comment on Herman E. Daly's vision of an economics that is efficient, just and  
sustainable" *Ecological Economics* No. 27.
- Stiglitz, Joseph (1979)/ "A neoclassical analysis of the economics of natural resources" En:  
Smith, V. Ed./ *Scarcity and growth reconsidered*. John Hopkins Press, Baltimore,  
EEUU.
- Stiglitz, Joseph (1997)/ "Reply: Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz" *Ecological  
Economics*, No. 27.
- Tinbergen, Jan (1952)/ *On the theory of economic policy*, North-Holland, Amsterdam
- Van Hauwermeiren (1998)/ *Manual de economía ecológica*, Programa de economía  
ecológica, Instituto de ecología política, Santiago, Chile.