

CAPÍTULO 1

DESARROLLO SUSTENTABLE: COMPATIBILIZANDO ECOLOGÍA Y PROGRESO ECONÓMICO

INTRODUCCIÓN

Aunque en distintas épocas se han producido acontecimientos que han dado lugar a preocupaciones globales acerca de la viabilidad de la supervivencia humana, desde hace más de treinta años han sido los especialistas de las ciencias de la naturaleza quienes han expresado con mayor vehemencia el carácter no sostenible del patrón de desarrollo seguido por la humanidad.

Thomas Malthus predijo, hace más de un siglo, que la existencia de una cantidad finita de recursos, entre ellos tierra y recursos no renovables como los minerales, unido a una tasa de crecimiento exponencial de la población, determinaría finalmente una fuerte escasez de alimento que produciría un colapso de nuestra sociedad. Las décadas de los 70 y 80 nos mostraron una nueva forma del temor Malthusiano, esta vez expuesta por autores que señalaban que el medio ambiente posee una capacidad única y máxima de sustentar la vida humana y una vez que dicha capacidad ha sido excedida, se produce una ruptura ecológica con desastrosas consecuencias para la humanidad.

Casi simultáneamente aparecieron argumentaciones en contrario, las cuales ofrecieron una visión casi ilimitada de las posibilidades de crecimiento de la economía mundial. Aún más, bajo estas perspectivas alternativas, cualquier intento de detener este proceso sería no sólo injustificado sino antiético, por las penurias innecesarias que se harían padecer a personas que actualmente viven en condiciones de calidad de vida muy desmejoradas.

Nuestro objetivo aquí es analizar la pertinencia de tales juicios, utilizando no sólo la mejor información científica disponible, sino ocupando la óptica de la

Economía, ciencia que comparte con la Ecología el mismo origen etimológico (“cuidar u ordenar la casa” –en este caso, nuestro Planeta), y que resulta pertinente al momento de enfrentar múltiples demandas de la sociedad y disponer recursos limitados para satisfacerlas.

EL MODELO PESIMISTA

El ambicioso informe Meadows¹ es el principal representante de esta línea de pensamiento. Está basado en una técnica dinámica desarrollada en el MIT, donde un modelo computacional a gran escala (de la época) simuló diversos escenarios probables de la economía mundial. La característica más importante de este modelo es el uso de relaciones circulares de retroalimentación para explicar el comportamiento de los agentes, es decir, conexiones entre causas y efectos que, a su vez, influyen las acciones futuras. El estudio presenta tres conclusiones básicas:

- En un horizonte de tiempo menor a un siglo, de no producirse cambios significativos en las relaciones físicas, económicas o sociales que han caracterizado el crecimiento de la economía mundial, la sociedad verá agotadas sus reservas de recursos no renovables sobre las cuales descansa su base industrial. Cuando esto ocurra, se precipitará un colapso caracterizado por desempleo masivo, disminución de la disponibilidad de alimento per cápita y declinación demográfica, debido a un aumento de la tasa de mortalidad. Este proceso no seguirá un ajuste gradual, sino que sobrevendrá bruscamente el colapso.
- Cualquier política “tibia” para enfrentar las consecuencias descritas en el punto anterior no será exitosa. Para demostrar este punto, los autores arbitrariamente duplicaron sus estimaciones de la reserva de recursos básicos y permitieron que el modelo trazara una nueva trayectoria de desarrollo sobre la base de esta mayor disponibilidad. Concluyeron que el colapso se producía igualmente, pero esta vez causado por la excesiva contaminación que generaba el proceso industrial (estimulado por la mayor oferta de insumos). Los autores sugirieron entonces que los problemas de contaminación y agotamiento de los recursos se atacaran simultáneamente, constituyéndose entonces el crecimiento poblacional, con la escasez de alimento resultante, en la variable restrictiva. Así, en este modelo, el levantamiento de una restricción, hace que el sistema colapse por la activación de otra, incluso con peores consecuencias.
- Finalmente, el estudio sugiere que la única forma de evitar el colapso es a través de la inmediata imposición de límites sobre la contaminación y la población, así como cesando el crecimiento económico. Concluyen que

¹ Meadows, D et al (1972), “*The Limits to Growth*”, New York, Universe Books.

existen dos únicos escenarios posibles: la auto-imposición conciente y deliberada de dejar de crecer, o el término del crecimiento por una colisión con los límites naturales de nuestro ecosistema global. Así, dado que de un modo u otro el crecimiento económico igualmente cesaría, la pregunta relevante sería ¿cómo queremos que este proceso ocurra?

La robustez de conclusiones como las anteriores depende, entre otras cosas, de la naturaleza del modelo. Así, se deben examinar sus supuestos implícitos para verificar el realismo de las predicciones. La característica dominante de este modelo, y una de las más criticadas, es la existencia de un crecimiento económico exponencial ligado a restricciones fijas². ¿Cuáles son estos límites fijos? Entre otros, la disponibilidad de tierra y el stock de recursos no renovables³. Adicionalmente, la oferta de alimentos es fija con relación a la oferta de tierra. Luego, la combinación de un crecimiento exponencial en la demanda junto a elementos fijos en la oferta necesariamente determina que en un cierto punto la disponibilidad de éstos se agote, colapsando el sistema.

Desde un punto de vista conceptual, el irrealismo de este modelo se encuentra en la poca capacidad adaptativa del sistema para enfrentar los problemas que el crecimiento económico acarrearía. Desde una perspectiva planetaria, este modelo sería incompatible con otros como el descrito en la *Hipótesis Gaia* (desarrollado por James Lovelock), que concibe a la Tierra como un organismo viviente, poseedor de un complejo sistema de retroalimentación, cuyo objetivo es encontrar un medioambiente físico-químico óptimo. Cualquier desviación de esta condición gatilla la acción de mecanismos de respuesta que restablecen el balance, en esencia, el ambiente corresponde a un organismo que se regularía automáticamente.

EL MODELO OPTIMISTA

Algunos de los críticos del trabajo de Meadows no se limitaron a las críticas a la visión ahí presentada y propusieron alternativas. Una de ellas es la de Kahn, Brown y Martel⁴. Su conclusión básica es: “...hace 200 años en casi todas partes los seres humanos eran comparativamente pocos, pobres y se encontraban a merced de

² Como se verá en el Capítulo 3, mientras mayor sea la tasa de crecimiento del consumo de un recurso fijo, más rápidamente éste se acabará. Supongamos, por ejemplo, que las reservas actuales de un cierto mineral representan 100 veces el consumo presente, y que no pudieran ser expandidas. Si el consumo creciera un 2% anual, las reservas se agotarían en 55 años, y si creciera un 10% al año, el agotamiento se produciría en 24 años.

³ En el Capítulo 3 se discute el concepto de escasez y se analiza lo relativo que resulta suponer como fijo el stock de recursos no renovables. Por ejemplo, en 1934 se estimaba que las reservas de cobre se acabarían en 40 años. Transcurrido ese tiempo se estimaba su agotamiento en 57 años más.

⁴ Kahn H et al (1976), *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World*, W. Morrow.

las fuerzas de la naturaleza, y dentro de 200 años, esperamos, en casi todas partes seremos numerosos, ricos y en posesión del control de las fuerzas de la naturaleza...”.

Para estos autores, cualquier intervención que interfiera el proceso de evolución natural de la sociedad, será no sólo indeseable, sino injustificado, ya que demorará el acceso de las personas más desvalidas de la sociedad a los beneficios de un standard de vida más elevado y digno.

El modelo de Kahn *et al* es más cualitativo que el de Meadows y por lo tanto su estructura es menos específica. Estos autores visualizaron escenarios que creyeron plausibles y entonces verificaron la consistencia entre sus componentes. Los principios básicos de su trabajo pueden ilustrarse mejor con un par de ejemplos referidos a alimentos y energía:

- Una de las fuentes de colapso en el modelo de Meadows era la incapacidad de la oferta alimenticia de seguir la trayectoria del consumo. En contraste con lo anterior, ellos visualizan la producción de alimento creciendo tan rápidamente que se producirá una eventual situación de sobreoferta. Este optimismo se encuentra fuertemente basado en el cambio tecnológico: aumento de la productividad agrícola, desarrollo de híbridos a partir de semillas mejoradas genéticamente, etc.
- El caso de la energía es similar. Los autores presentan una lista de tecnologías que permitirán la transición hacia la energía solar, la cual sustentará en último término un alto nivel de actividad económica. El mensaje aquí es que los autores del informe Meadows fueron muy miopes al atar el modelo a las tecnologías convencionales existentes. “*La necesidad es la madre de la inventiva*” parece ser finalmente el lema del trabajo de Kahn *et al*.

¿EXISTE UNA VISIÓN CORRECTA?

Resulta difícil responder la pregunta anterior. Sin embargo, entre los especialistas existe la creencia relativamente generalizada de que es necesario regular el uso del medio ambiente natural, porque su capacidad de asimilar los impactos de nuestras actividades da muestras de haber alcanzado en algunos casos el nivel de saturación (contaminación de ciudades, deforestación, pérdida de ecosistemas únicos, reducción de la biodiversidad, etc.). Es ahí donde nace la escuela de “*desarrollo sustentable*”. Mientras este término es objeto de un masivo reconocimiento por parte del pensamiento reciente acerca del proceso de desarrollo, no ha existido un avance a la par en términos de una definición rigurosa de lo que por él se entiende. Es por esta razón que no resulta sorprendente que los esfuerzos por “operacionalizarlo” y mostrar cómo puede ser integrado dentro del proceso práctico de toma de decisiones, no han sido numerosos y generalmente son poco persuasivos.

Ahora bien, se debe reconocer que la noción de sustentabilidad radica más bien en principios de equidad que de eficiencia. Ello no equivale a decir que este último aspecto sea irrelevante, sino que implica reconocer que los criterios de eficiencia no constituyen una condición *suficiente*, pero sí *necesaria* del desarrollo: remover aquellas políticas o fallas de mercado que incentivan un uso ineficiente de los recursos naturales y ambientales claramente ayuda a las perspectivas del desarrollo sustentable, pero no lo garantizan.

Como Asheim⁵ afirma: “*el desarrollo sustentable es un llamado a nuestra generación para manejar la base de recursos disponible de modo tal que la calidad promedio de vida que nosotros disfrutamos pueda ser potencialmente compartida por todas las futuras generaciones*”. Así, hablaremos de condiciones de equidad intra e intergeneracional, pero nos concentraremos en esta última, por cuanto es la que conceptualmente acarrea los mayores desafíos conceptuales para su puesta en práctica⁶.

Los primeros trabajos de la teoría neoclásica del crecimiento que incorporaban restricciones en la base de recursos sobre el ritmo de actividad económica, implícitamente modelaron el desarrollo sustentable como una trayectoria de **consumo no decreciente** en el tiempo y su preocupación fundamental estaba centrada más en la eficiencia intergeneracional que en el tópico de equidad. Dentro de esta línea se destacan los trabajos de Solow y Hartwick que se describirán más adelante. Sin embargo, dado que los individuos incorporan directamente a la calidad del medio ambiente como parte de su función de utilidad (y no sólo a partir de los bienes que pueden consumir), esta línea ha sido reemplazada posteriormente por modelos de **utilidad no decreciente** en el tiempo. Una forma alternativa de considerar el desarrollo sustentable ha sido concentrarse más en los medios que en los fines: ya que los recursos naturales y ambientales son necesarios para “producir” utilidad, ¿por qué no imponer una restricción en la dotación mínima de los mismos que debe traspasarse a las futuras generaciones?

Será esta discusión conceptual la que intentaremos sintetizar en las siguientes secciones. Debemos destacar de antemano que *no* existe un consenso entre especialistas acerca de la bondad de una de estas propuestas para señalarla como “la” opción práctica de operacionalización.

⁵ Asheim G. (1991), “*Defining sustainability when resource management does not have deterministic consequences*”, mimeo, Department of Economics, University of Oslo.

⁶ Como el influyente reporte Brundtland señalaba (1987), las condiciones de equidad intrageneracional son igualmente importantes para la sustentabilidad futura, dados los evidentes vínculos existentes entre las condiciones de pobreza y la degradación ambiental del hábitat.

EL ENFOQUE HARTWICK-SOLOW DE SUSTENTABILIDAD^{7,8}

En un influyente artículo, John Hartwick propuso una regla para asegurar un patrón de consumo no decreciente en el tiempo cuando una economía hacía uso de un recurso natural no renovable en su proceso agregado de producción, como por ejemplo petróleo o minerales.

Hartwick demostró que mientras el stock de capital no declinara en el tiempo, una trayectoria constante o creciente del consumo era factible. Ello podía lograrse mediante la **reinversión de todas las rentas derivadas de la extracción del recurso no renovable en otras formas de capital**.

Implícitamente esta regla asume la existencia de sustituibilidad entre las distintas formas existentes de capital: a) natural → natural: por ejemplo, cuando los recursos derivados de la extracción de petróleo se utilizan para reforestación; b) natural → físico: cuando se utilizan para crear industrias o comprar equipos, o c) natural → humano: cuando se utilizan para mejorar la educación o capacitación de las personas.

UNA REGLA INFLUYENTE

El resultado de Hartwick fue de gran importancia e influencia para el desarrollo de la teoría económica del desarrollo sustentable. ¿Cuales son los supuestos básicos de su modelo? Uno de los cruciales es que la función de producción agregada es del tipo Cobb-Douglas:

$$Q = A K^a L^b R^g \quad (1.1)$$

donde Q representa la producción agregada, K el capital “reproducible”, L el trabajo y R los recursos no renovables. A es una constante y a , b y g son positivas y menores que 1. Ello implica que, a medida que el stock remanente del recurso no renovable disminuye, aumenta la productividad media y marginal de dicho insumo, y en el límite dicha productividad es infinita. Así, a pesar de que dicho insumo es esencial para el proceso de producción, no constituye una restricción al crecimiento. Asimismo, esta función se traduce implícitamente en la existencia de una perfecta sustituibilidad entre las distintas formas de capital ($\sigma_{K,R} = 1$).

⁷ Hartwick J (1977), “Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources”, *American Economic Review* 67(5), 972-4.

⁸ Solow R (1974), “The economics of resources or the resources of the economics”, *American Economic Review* 64, 1-14.

CRÍTICAS A LA REGLA HARTWICK-SOLOW

1. **Los individuos derivan utilidad directamente del ambiente:** Es decir, éste no actúa sólo como un input de producción y por lo tanto un patrón de consumo no decreciente en el tiempo no es equivalente a un patrón de bienestar sostenible.
2. **Dependencia de la función de producción:** Como hemos visto, Hartwick probó su regla basándose en una función agregada de producción del tipo Cobb-Douglas, la cual implícitamente no considera a ninguno de los insumos como agentes restrictivos de la oferta. Posteriormente (1978), Hartwick probó su regla para una función CES (elasticidad de sustitución constante), pero ésta tiene la propiedad de que la elasticidad de sustitución es mayor que uno, por lo que una restricción en la oferta de un recurso no renovable se vuelve irrelevante.
3. **Perfecta sustituibilidad entre formas de capital:** En general, se considera particularmente crítico suponer existencia de sustitutos reproducibles para todas las formas del capital natural. De hecho, la “Escuela Termodinámica”⁹ considera que ambas formas de capital pueden llegar a ser más bien complementarias que sustitutas.
4. **Rentas óptimas:** Las rentas de Hartwick-Solow deberían ser la resultante de un programa óptimo de extracción intertemporal del recurso no renovable¹⁰, pero en la práctica raramente se produce el “calce” de óptimos privados y sociales.

Una forma práctica de operacionalizar las ideas de Hartwick y Solow en el campo de la toma de decisiones ha sido el llamado “enverdecimiento” de las cuentas que registran el Producto Interno de los países, al incorporar la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales como una forma de “depreciación”.

¿Es este indicador una medida confiable de desarrollo sustentable? Para lograr lo anterior, a lo menos deben verificarse las siguientes condiciones:

- Los elementos constituyentes de este PIB “ajustado” están correctamente valorados en términos de reflejar la actual situación económica
- Los precios que se utilizan para proyectar la situación futura reflejan correctamente la escasez, es decir, no se trata de precios distorsionados
- Se contabiliza correctamente la depreciación del capital natural

⁹ Christensen P. (1989), “Historical roots for ecological economics - biophysical versus allocative approaches”, *Ecological Economics*, 1(1), 17-36.

¹⁰ Para un mayor detalle, refiérase a la regla de Hotelling en el Capítulo 4.

El tópico de ajuste del Sistema de Cuentas Nacionales por consideraciones de sustentabilidad ha sido ampliamente debatido en la literatura especializada. Para un análisis más detallado, véase el Apéndice 1 de este capítulo.

CONTABILIZANDO LOS RECURSOS NATURALES¹¹

Un país puede cortar todos sus bosques, erosionar sus suelos, agotar sus minerales, contaminar los hábitats del recurso pesquero y eliminar buena parte de la biodiversidad de su entorno natural sin que ello se vea reflejado en una reducción de su Ingreso Nacional medido a través del Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas (SCN), lo cual constituye una peligrosa sobrerrepresentación de crecimiento cuando se minan las bases sobre las cuales éste descansa (es más, mientras ocurre el proceso de degradación, es posible que los indicadores agregados tradicionales como el PIB exhiban elevadas tasas de crecimiento).

Tomemos el ejemplo de Costa Rica hasta fines de los 80. Los incrementos sistemáticos en las tasas de deforestación, erosión y sedimentación en las riberas de los recursos hidrológicos y pesqueros tuvieron significativos impactos socioeconómicos. Utilizando sensores remotos para medir cambios en el uso de la tierra, sistemas de información geográficos para estudiar el fenómeno de erosión y tomando muestras sistemáticas de la evolución de la biomasa acuática, se estimó que la depreciación del capital natural ascendía como mínimo a un 5% del PIB anual desde el año 1970, lo cual en términos, por ejemplo, de la formación bruta del capital fijo en 1989, representa una sobreestimación del 70%.

EL ENFOQUE DEL CAPITAL NATURAL NO DECRECIENTE

Lo que ha dado en llamarse “la escuela londinense” plantea que, aunque ciertas formas de capital exhiben posibilidades de sustitución, variados elementos del ambiente natural nos proveen de servicios no sustituíbles, los que constituyen los llamados “procesos claves”. Ejemplos de este capital natural crítico serían, entre otros, los procesos responsables de la regulación de la composición atmosférica, o los ciclos de nutrientes. Así, resultaría

¹¹ Basado en antecedentes de Repetto R (1993), “How to account for environmental degradation”, *Forestry and the Environment: Economic Perspectives*, Wallingford: CAB International

necesario mantener la resiliencia¹² del funcionamiento de estos ecosistemas que son consustanciales al servicio de las necesidades humanas.

Entonces, la regla de sustentabilidad de este enfoque se resume como mantener constante un cierto stock del capital natural (K_N en adelante), a fin de asegurar que las futuras generaciones disfruten potencialmente de las mismas oportunidades del ambiente que la actual generación. La pregunta clave entonces es ¿qué proporción de K_N debe mantenerse constante? Las posibilidades son: 1) el nivel actual; 2) el nivel consistente con la mantención del capital natural crítico, y 3) algún nivel intermedio. Estas tres alternativas presuponen que podemos determinar el valor de K_N en cada instante del tiempo, o lo que es igualmente desafiante, que podemos agregar los diferentes componentes de K_N en unidades comparables.

Dado que no es posible realizar comparaciones cuando manejamos unidades físicas (¿cómo se compara una ballena con 3 hectáreas de bosque nativo?), lo práctico es utilizar unidades monetarias. Pero, ¿cómo compatibilizar la regla cuando nos dicen que una ballena del tipo A vale US\$ 10 millones, y que eso es equivalente a 1,000 ballenas del tipo B que valen US\$ 10 mil cada una? Una solución sería que la mantención de K_N se exprese como la mantención de un cierto stock de ejemplares por categoría. Sin embargo, existen dos interrogantes: ¿cómo saber hasta qué nivel desagregar? (en rigor, ningún ejemplar es igual a otro)? y ¿cuales son los límites geográficos dentro de los cuales se debe mantener constante K_N ?

Asumamos que la clasificación no es infinitamente desagregada. Van Pelt¹³ sugiere tomar como sectores básicos: contaminación, recursos renovables, biodiversidad, capacidad asimilativa de emisiones del ambiente y recursos no renovables. El problema de mantener el capital constante, es que en el caso de los no renovables sólo una tasa de extracción nula sería compatible con el mismo. Algún tradeoff entre renovables y no renovables debe producirse.

Supongamos que resolvemos de alguna forma el problema de agregación del capital natural. La regla de sustentabilidad de la escuela londinense es **prevenir reducciones del nivel de K_N bajo cierto valor mínimo**. Lo anterior puede constituirse en una restricción importante al crecimiento económico si el nivel mínimo se fija en el nivel actual de K_N . La alternativa propuesta por Pearce *et al*¹⁴ puede caracterizarse como el uso de “proyectos sombra”. Estos son proyectos o políticas diseñadas para producir beneficios

¹² Capacidad del ecosistema de soportar shocks externos sin perder su auto-organización.

¹³ Van Pelt M (1993), “Ecologically sustainable development and project appraisal in developing countries”, *Ecological Economics*, 7(1), 19-42

¹⁴ Pearce D, Barbier E y Markandya A (1990), *Sustainable Development: Economics and the Environment in the Third World*, Aldershot: Edward Elgar

ambientales que compensen las reducciones de K_N resultantes de un particular portfolio de proyectos.

Dado el inmenso caudal de requerimientos de información que lo anterior traería aparejado, se sugiere relajar los requerimientos a través de criterios de sustentabilidad “débil” o “fuerte”.

Bajo la condición de **sustentabilidad débil**, la suma descontada de los beneficios ambientales de los proyectos sombra debe superar a la de los costos ambientales derivada del portfolio de proyectos de inversión que se decida llevar a cabo; mientras que bajo **sustentabilidad fuerte** los beneficios ambientales deben superar a los costos ambientales en *cada* período del tiempo.

UNA FORMALIZACIÓN SIMPLE DE SUSTENTABILIDAD DÉBIL Y FUERTE

Supongamos que B_t representa los beneficios de un portfolio de inversiones en el tiempo t , C_t representa los costos no ambientales, E_t representa los costos ambientales (contaminación, pérdida de hábitats, etc.) y d_t es el factor de descuento en el tiempo. Asumamos que K_N se puede medir en unidades monetarias. El análisis de costo-beneficio tradicional nos dice que un proyecto es deseable si se verifica que:

$$\sum_{t=1}^T B_t d_t - \sum_{t=1}^T C_t d_t - \sum_{t=1}^T E_t d_t \geq 0 \quad (1.2)$$

La restricción de sustentabilidad débil viene dada por:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n E_{it} d_t \leq \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^m a_{jt} d_t \quad (1.3)$$

donde $i = 1...n$ son los proyectos/políticas en el portfolio, $j = 1...m$ son los proyectos sombra, y a_{jt} representa los beneficios ambientales en el tiempo asociados con cada proyecto sombra j . Asimismo, la condición de sustentabilidad fuerte corresponde a:

$$\sum_{i=1}^n E_i \leq \sum_{j=1}^m a_j \quad \forall t = 1...T \quad (1.4)$$

Ligado conceptualmente a la visión anterior se encuentra el enfoque de los Estándares Mínimos de Seguridad (EMS), que tuvo su primera formulación

en un trabajo de Ciriacy-Wantrup de 1952¹⁵. Los *EMS* se originan cuando la sociedad debe tomar decisiones en un marco de alta incertidumbre, cual serían en este caso los costos futuros derivados de la actual degradación ambiental. La decisión básica, simplísticamente hablando, sería conservar o no conservar (un área silvestre por ejemplo).

La decisión de no conservar se considera una decisión de crecimiento¹⁶. La decisión de conservar, en tanto, es vista como la vía de minimización de riesgos cuando estamos inseguros de las consecuencias de la degradación ambiental y así evitar costos mayores para la sociedad. El enfoque *EMS* lo que hace es cambiar el peso de la prueba desde quienes quieren conservar hacia quienes quieren crecimiento. Así, su regla de sustentabilidad se puede resumir como: **evite reducciones de K_N por debajo del EMS que se haya identificado para cada componente de dicho stock, a menos que los costos sociales de oportunidad sean inaceptablemente grandes.**

¿Cómo se identificarían estos *EMS*? Los únicos antecedentes disponibles se refieren a ciertas poblaciones mínimamente viables para flora y fauna (ejemplo, la ballena azul). Más complicado resulta determinar qué se entiende por “inaceptablemente grandes” y cómo identificar dichos costos de oportunidad. Los autores¹⁷ confían en el consenso social de un proceso democrático, aún cuando ello toma en consideración sólo las preferencias de la generación actual. Quizás para pérdidas menores se podría confiar en los gobiernos representativos para tomar esa clase de decisiones, pero para pérdidas de potencial significativo sería necesario una suerte de plebiscito.

La principal distinción del enfoque EMS con respecto a la escuela londinense es que abre una oportunidad para proyectos en los cuales el costo de oportunidad de preservar es elevado, mientras que aquella no presta atención a los costos de preservación del stock de capital natural que considera crítico.

EL ENFOQUE DE LA ESCUELA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA¹⁸

Esta escuela trata de modelar combinadamente los conceptos de estabilidad ecológica y eficiencia económica, con el argumento de que la primera es un prerequisite de sustentabilidad del sistema económico/ecológico como un todo. Tal estabilidad a su vez requiere de resiliencia ecosistémica, por lo que

¹⁵ Ciriacy-Wantrup S. (1952), *Resource Conservation: Economics and Policy*, Berkeley, University of California Press.

¹⁶ Utilizaremos este término para evitar la desafortunada terminología que tradicionalmente ocupa el término “desarrollo”.

¹⁷ Bishop R. (1978). “Endangered species and uncertainty: The economics of a safe minimum standard”, *American Journal of Agricultural Economics*, 60, 10-18.

¹⁸ Basado en Common M y Perrings C (1992), “Towards an ecological economics of sustainability” *Ecological Economics*, 6(1), 7-34.

proteger la sustentabilidad implica la protección de dicha resiliencia. Adicionalmente se argumenta que aunque no sea necesario sacrificar eficiencia económica, la eficiente asignación intertemporal de precios no es una condición necesaria para la estabilidad ecológica y puede incluso llegar a ser inconsistente con aquella.

El enfoque de esta escuela puede ser caracterizado mediante **una función de resiliencia que se relaciona positivamente con la diversidad del sistema y negativamente con la actividad económica**. Por ello, la sustentabilidad ecológica reduce la deseabilidad del crecimiento económico, al introducir un costo representativo del mismo en la forma de pérdida de resiliencia. Adicionalmente puede demostrarse que una trayectoria intertemporalmente eficiente no es garantía de sustentabilidad (para una demostración formal refiérase al Apéndice 2), lo cual no resulta compatible con el principio de soberanía del consumidor, pues éste, aún valorizando correctamente las funciones del ambiente, no garantizaría aquella. Así, si las preferencias de las personas dieran origen a patrones de consumo no sustentables, los gobiernos deberían descartar dichas preferencias si desearan alcanzar la sustentabilidad que se ha definido. La controversia inherente a este enfoque resulta entonces, evidente.

CONCLUSIONES

Lo primero que debemos recordar es que el tópico de sustentabilidad es uno de equidad más que de eficiencia y que no existe “la” visión de sustentabilidad que sea correcta. Luego, en la discusión pública se debe tener presente que la falta de acuerdos, muchas veces más que a problemas informacionales, puede obedecer a la aplicación implícita de reglas de operacionalización distintas.

En la misma línea de la discusión del tradeoff entre equidad y eficiencia, debemos destacar entonces que la correcta internalización del valor total de las funciones del medio ambiente en nuestro proceso de toma de decisiones ayuda en la dirección de la eficiencia, pero ello pudiera dar origen a un patrón de consumo no sustentable en el tiempo.

Consideremos la figura 1.1 donde se ilustra lo anterior. Tenemos una frontera de posibilidades de utilidad (*FPU*) definida sobre la base de preferencias, posibilidades tecnológicas y asignaciones de recursos para dos generaciones. Si los bienes y servicios ambientales se encuentran valorizados incorrectamente, entonces debemos estar en cierto punto *A* de la *FPU*. Una correcta valorización de dichos bienes y servicios podría trasladarnos a un punto *B* sobre la *FPU*. Sin embargo, este paso, aunque eficiente, no es consistente con la noción de desarrollo sustentable ya que la utilidad de la

generación 2 se ha reducido en relación con la de la generación 1. De hecho, cualquier punto a la izquierda de la recta de 45° no sería sustentable.

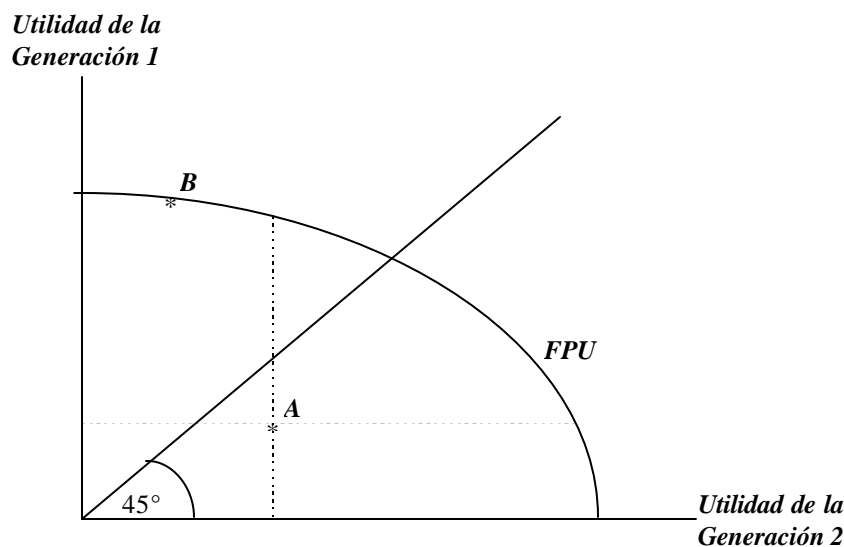


Figura 1.1: Sustentabilidad versus eficiencia

Concluimos que pueden existir muchas trayectorias alternativas de sustentabilidad en el tiempo y elegir entre ellas es tema de un capítulo aparte¹⁹.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hanley N, Shogren J y White B (1997), *Environmental Economics: in Theory and Practice*, Macmillan Press Ltd.
2. Hartwick J y Olewiler N (1998), *The Economics of Natural Resource Use*, Segunda Edición, Addison Wesley
3. Kahn J (1998), *The Economic Approach to Environmental and Natural Resources*, Segunda Edición, The Dryden Press
4. Pearce D y Turner K (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Harvester Wheatsheaf
5. Pearce D y Warford J (1993), *World Without End: Economics, Environment and Sustainable Development*, World Bank, Oxford University Press
6. Pearce D (1993), *Economic Values and the Natural World*, Earthscan Publications Ltd
7. Tietenberg T (1996), *Environmental and Resource Economics*, Cuarta Edición, Harper Collins Publishers Inc.

¹⁹ Para un mayor detalle véase Pezzey J. (1994), "The optimal sustainable depletion of non-renewable resources". Trabajo presentado a la Conferencia de EAERE, Dublin.

APÉNDICE 1

AJUSTES POR CONSIDERACIONES AMBIENTALES AL SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES

Nuestro análisis se basará en un trabajo de Hartwick²⁰, el cual plantea una serie de “ajustes” a la Contabilidad Nacional que darán por resultado un indicador denominado *PINA* (donde la *A* al final de la expresión Producto Interno Neto representa la inclusión de consideraciones ambientales). Estos ajustes se resumen a continuación:

- *Recursos no renovables*: en cada período debemos deducir las rentas derivadas de la extracción de recursos naturales no renovables del *PIN*, asumiendo que todos los inputs/outputs han sido valorados a su correspondiente precio sombra.

Sean C el nivel agregado de consumo, K el stock de capital reproducible, S el stock de recursos no renovables, R la tasa de extracción corriente de S , L el factor trabajo, U la utilidad y r la tasa de descuento. El problema básico es maximizar la utilidad que se deriva del consumo en el tiempo²¹:

$$\text{Max} \quad \int U(C) \cdot e^{-rt} \quad (1.5)$$

$$\text{sueto a:} \quad \dot{K} = F(K, L, R) - C - f(R, S) \quad \text{y} \quad \dot{S} = -R \quad (1.6)$$

$F(K, L, R)$ representa la función de producción agregada de la economía y $f(R, S)$ es el costo de extracción de los recursos no renovables. Así, la primera expresión en (1.6) nos dice que el valor del cambio en el stock de capital reproducible es igual al valor de la producción en el período menos el consumo en el mismo y menos los costos de extracción. La segunda expresión señala que la tasa de cambio del stock del recurso no renovable, S , es igual con signo negativo a la producción del período (asumiendo que no se producen nuevos descubrimientos). Así, el *PINA* vendría dado por:

$$PINA = C + \dot{K} - (F_R - f_R)R = PIN - (F_R - f_R)R \quad (1.7)$$

donde F_R es el valor de la producción marginal de una unidad de R (i.e. su precio) y f_R es el costo marginal de extracción. Así la expresión entre

²⁰ Hartwick J. (1990), *Pollution and National Accounting*, Institute for Economic Research, Queens University, Kingston, Ontario

²¹ Usaremos la nomenclatura estándar donde un punto sobre la variable X , \dot{X} denota una variación de la misma en el tiempo, i.e. dX/dt

paréntesis en (1.7) corresponde a la renta de Hotelling de la extracción del recurso no renovable y es la deducción correcta al cálculo convencional del Producto Interno Neto.

Dos comentarios se deben hacer respecto a lo anterior. En primer lugar, como resulta común conocer los costos medios de extracción más que los marginales, existe una fuente probable de distorsión en el cálculo. Segundo, si se producen nuevos descubrimientos, entonces se debe proceder a recalcular primeramente el término $-R$ y después incorporar dicho valor dentro de la expresión (1.7).

- *Recursos renovables*: aquí la diferencia con el caso anterior radica en que puede producirse una variación positiva del stock del recurso²² (lo que dependerá de la población del mismo y de la tasa de extracción). Hartwick realiza el modelamiento introduciendo la extracción de recursos renovables dentro de la función de utilidad mediante una variable E que representa dichas capturas o cosechas, i.e. $U = U(C, E)$ y donde el costo de extracción viene dado por $f(E, Z)$, donde Z es la población del recurso (biomasa de peces, número de animales, superficie de bosques, etc.). Así, se tendría que las nuevas restricciones estarían dadas por:

$$\dot{K} = F(K, L) - C - f(E, Z) \quad (1.8)$$

$$\dot{Z} = g(Z) - E \quad (1.9)$$

donde $g(Z)$ es la función de crecimiento natural del recurso renovable (i.e. sin influencia antrópica) y será positiva si la extracción en un período es inferior a la tasa de crecimiento biológico y viceversa.

Hartwick deduce que la deducción correcta que refleja la “depreciación” del recurso renovable viene dada por:

$$PINA = PIN - \left(\frac{U_E}{U_C} - f_E \right) \dot{Z} \quad (1.10)$$

es decir, que la deducción viene dada por la diferencia entre el ratio de utilidades marginales (el precio del recurso) y el costo marginal de extracción. Dado que \dot{Z} puede ser positivo, el término puede aumentar el valor del PIN .

Hartwick reconoce que uno de los problemas de la expresión anterior, es que los valores han sido determinados a partir de patrones óptimos de

²² Ver Capítulo 5, “Pesquerías: El Problema del Acceso Abierto”

extracción, lo cual frecuentemente no es el caso (valga mencionar sólo la situación que se discute en el capítulo 5 referida a la pesca bajo condiciones de acceso abierto). Una “salvación” al problema anterior se logra si la captura se encuentra en régimen y la tasa de extracción iguala a la de crecimiento poblacional (ya que el término \dot{z} sería nulo).

- *Contaminación:* se modela como un stock acumulado de emisiones que ejerce efectos negativos sobre la producción de bienes y servicios. Esta misma producción, a su vez, retroalimenta a la contaminación:

$$\dot{X} = -bX + g^F(K, L, X) \quad (1.11)$$

Así la contaminación se disipa a una tasa natural b (la cual podría ser nula si el aparato productivo de la economía generara contaminantes sin capacidad asimilativa), y se adiciona a la producción mediante una proporción γ . Si la única forma de reducir la contaminación fuera a través de reducciones en el nivel de producción (un caso poco realista), entonces el ajuste al *PIN* vendría dado por:

$$PINA = PIN - V \dot{X} \quad (1.12)$$

donde V viene dado por la expresión:

$$V = \frac{r - F_K - \frac{\dot{U}_C}{U_C}}{g^F_K} \quad (1.13)$$

La expresión (1.13) viene a representar algo así como el valor del retorno de la contaminación, y podemos observar lo difícil que resulta de calcular. Si simplificamos el análisis concentrándonos en las actividades directas de reducción de polución que tendrán una función de costo $f(b)$, obtenemos un ajuste más simple para determinar el *PINA*:

$$PINA = PIN - \frac{f_b}{f_X} \dot{X} \quad (1.14)$$

donde el ajuste viene dado por la variación en el stock de contaminación multiplicada por el costo marginal de reducción de dicha polución.

¿Qué pasa si ahora consideramos el efecto de la contaminación sobre la utilidad de los individuos, más allá de sus posibilidades de consumo, i.e. $U = U(C, \dot{X})$. El ajuste ahora viene dado por:

$$PINA = PIN - \left[\left\{ \left(-\frac{U}{U_c} \right) \dot{X} \right\} - \frac{U_f}{U_c} \dot{X} \right] \quad (1.15)$$

El primer término de ajuste corresponde al ratio de (des)utilidades marginales por cambios en el stock de contaminación y en el consumo (o, lo que es lo mismo, el precio de la reducción de la contaminación medido en términos del valor del consumo no materializado), multiplicado por el cambio en el stock de polución (equivalente a la disposición a pagar por reducciones en los niveles de contaminación multiplicado por la reducción en la cantidad de contaminación). El segundo término de la expresión de ajuste es el mismo de la expresión anterior, i.e. el costo marginal de la reducción del stock de polución multiplicado por la variación de dicho stock.

CRÍTICAS AL AJUSTE AMBIENTAL DE LA CONTABILIDAD NACIONAL²³

1. **El dilema de la agregación de valor:** para ingresar al cálculo del *PINA*, los impactos ambientales deben ser valorizados. Lo anterior requerirá de la aplicación de técnicas como valorización contingente que reflejen la disposición a pagar (*WTP*²⁴) de los individuos por mejoras en la calidad ambiental. Sin embargo, ¿resulta válido utilizar cálculos de *WTP* que representan preferencias e ingresos de individuos en economías no sustentables?
2. **Interactividad:** en la actualidad no se poseen modelos adecuados que describan la forma en la cual la economía interactúa con el medio ambiente, luego ¿cómo poder medir el efecto de los impactos ambientales?

²³ Norgaard R. (1989), "Three dilemmas of environmental accounting", *Ecological Economics*, 1, 303-14

²⁴ *WTP*: Willingness to pay, disposición a pagar. Corresponde a una nomenclatura tradicional de la literatura en Economía Ambiental

APÉNDICE 2

ECONOMÍA ECOLÓGICA: EL MODELO DE COMMON-PERRINGS

Formalicemos lo anterior: sea X_t ($X = 1 \dots n$) el vector de recursos disponibles en el sistema económico en el período t (se incluyen capital natural, reproducible y bienes de consumo). U_t representa un subconjunto de X_t y representa aquellos recursos que tienen derechos de propiedad asignados y que son económicamente aprovechables. La distribución de los parámetros ecosistémicos que caracterizan el ambiente está representado por Z_t , el cual se define mediante una función de densidad probabilística $z_t = P(Z_t)$.

En cada instante del tiempo los parámetros z_t son una función h del nivel de perturbación del ecosistema, el cual se representará por X_{pt} . Este nivel de perturbación se asumirá igual al nivel de recursos aprovechables U_t . Los elementos no perturbados de X_t se representarán mediante X_{Npt} . Si definimos $z_t = h(X_{pt}, X_{Npt})$, entonces la “ecuación de movimiento” del sistema sería:

$$\frac{dX_t}{dt} \equiv \dot{X}_t = f(X_{Npt}, U_t, z_t, t) \quad (1.16)$$

Así, el crecimiento en la disponibilidad de recursos depende del crecimiento natural de X_{Npt} y del uso económico de los recursos U_t . Esta última variable depende a su vez de los precios relativos P_t . Luego, la función objetivo en este modelo que se busca maximizar está dada por la siguiente expresión:

$$J = W(T)[X_T, z_T, T]e^{-rT} + \int_0^T Y_t[X_{Npt}, U_t, z_t, t]e^{-rt} dt \quad (1.17)$$

La expresión anterior expresa que una vez finalizado el período de tiempo analizado (T), debemos considerar la suma de los beneficios económicos Y_t , los cuales dependen del consumo (representado por U_t), del estado natural del ecosistema y de los parámetros del mismo en cualquier punto del tiempo (z_t), descontados a una tasa r (igual a la eficiencia marginal del capital), más un término de bienestar $W(T)$ que depende del nivel remanente de recursos X_T y de los parámetros del ecosistema, nuevamente descontados a una tasa r .

Las restricciones a este problema de optimización están dadas por la ecuación de movimiento (1.16), los niveles iniciales de stock de recursos y precios, X_0 y P_0 , y una restricción de sustentabilidad ecológica. Esta última debe reflejar que el proceso de crecimiento económico no tenga efectos desestabilizantes sobre el ecosistema, lo que se expresa mediante la siguiente relación:

$$\frac{dz}{dt} \equiv \dot{z} \leq 0 \quad (1.18)$$

Dado que W e Y son a su vez funciones de z , ambas serán estables si $\dot{z}_t = 0$ (es decir, $dW/dt = dY/dt = 0$). Dado que esto implica una estructura constante de preferencias, la igualdad a cero más que la desigualdad se constituye en una condición suficiente de estabilidad. Esto mismo se garantiza mediante la relación $\dot{U}_t = 0$.

Los resultados de la simulación se resumen como sigue:

1. A lo largo del patrón de sustentabilidad óptima, el beneficio marginal derivado de una reducción en el valor de la base de recursos X_t , debe crecer a una tasa igual a la tasa de descuento²⁵.
2. La sustentabilidad ecológica reduce la deseabilidad del crecimiento económico, ya que a lo largo de un patrón óptimo sostenible cualquier efecto indeseable sobre la resiliencia del ecosistema que dicho crecimiento introduzca, debe descontarse de sus beneficios económicos.
3. Una trayectoria intertemporalmente eficiente de precios no es garantía de sustentabilidad ecológica. La resiliencia puede ser descrita como:

$$\dot{z}_t = h_U' \dot{U}_t \leq 0 \quad (1.19)$$

Sabemos que U_t depende de los precios y el tiempo, luego $U_t = U(P_t, t)$. Así, $\dot{z}_t = 0$ es consistente con $\dot{P}_t = 0$. Sin embargo, ello es poco realista, ya que implicaría que los cambios sobre la base de recursos no tendrían efectos sobre los precios. Por lo tanto, se requiere que dU_t/dt sea 0 ó que h_U' sea 0.

4. Del punto anterior se desprende que preservar una estabilidad ecológica consistente con eficiencia intertemporal requiere un manejo tal de la interacción económico-ambiental que no interfiera con la resiliencia del sistema y que no existe seguridad de que la eficiencia intertemporal sola pueda garantizar la mantención de las condiciones de resiliencia.
5. Mientras el enfoque Hartwick-Solow permite encontrar un indicador de sustentabilidad basado en valores (tal como el PINA), este enfoque requiere de un conjunto de indicadores físicos que capturen la resiliencia de los ecosistemas. Ya que ella es una función creciente de la diversidad, preservar la biodiversidad resulta vital para la sustentabilidad ecológica.

²⁵ Tal como se detallará en el Capítulo 4, ello corresponde a la regla de Hotelling