

# Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales

Por Fander Falconí<sup>1</sup> y Rafael Burbano<sup>2</sup>

## Resumen

El análisis de temas complejos como la sostenibilidad, de naturaleza multidimensional, requiere instrumentos analíticos que capten las distintas dimensiones del problema, incluyendo las cosmovisiones e intereses de los actores involucrados, no siempre coincidentes. Este trabajo muestra que la mayoría de instrumentos económicos, usados para la gestión ambiental no recogen esa complejidad, son monocriteriales y, por tanto, no son instrumentos adecuados para la toma de decisiones; aunque muchos de esos instrumentos pueden apoyar la conservación y uso sostenible de los recursos. Como opción se destaca el uso del análisis multicriterial, como una herramienta adecuada de decisión sobre problemas que incluyen conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente, con una pluralidad de escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.). En este caso, cuenta más el proceso de toma de decisiones, que el resultado mismo y no se persigue una "solución óptima", sino una "solución de compromiso" entre los distintos actores involucrados. Finalmente se muestra el funcionamiento del análisis multicriterial, aplicándolo en el análisis del manejo forestal de Ecuador en distintos períodos.

## 1. Introducción

La noción de desarrollo sostenible es multidimensional y debería ser interpretada en la forma más amplia.

Una consecuencia de incluir varias dimensiones es la imposibilidad de maximizar todas las dimensiones al mismo tiempo (Roy, 1985). Si conceptos como sostenibilidad son multidimensionales, entonces una evaluación integrada tiene que basarse en procedimientos que explícitamente requieren integrar diferentes cosmovisiones, muchas de ellas contradictorias. El punto central de este trabajo radica en que muchos de los instrumentos económicos para la gestión ambiental no recogen la complejidad de los sistemas naturales, son monocriteriales, y por lo tanto solo captan un criterio de descripción de la realidad.

Esta propuesta no pretende afirmar que el conjunto

variado de instrumentos de política económica-ambiental, no sean importantes y que en determinados contextos coadyuvan a la conservación y uso sostenible de los ecosistemas naturales. Así, los impuestos sobre el agotamiento de capital natural<sup>3</sup> o, como se llamarían en la Argentina, las "retenciones ambientales" (Martínez-Alier, 2003) pueden ser útiles. Los incentivos económicos (sustitución de usos depredadores, impuestos, compensaciones, tasas ambientales, subsidios), regulaciones y fondos (estándares, fondos ambientales), incentivos contextuales (información y creación de capacidades, fortalecimiento institucional) pueden evitar la realización de actividades dañinas o incentivar un manejo adecuado de un bien o servicio de un ecosistema. Bajo una definición más amplia<sup>4</sup>, también se podría incluir en los instrumentos para gestión ambiental: evaluación de impacto ambiental, evaluación ambiental estratégica, certificación

1. Coordinador del Programa de Economía de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)- Sede Ecuador. Correspondencia a: [ffalconi@flacso.org.ec](mailto:ffalconi@flacso.org.ec)

2. Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Económicas y Financieras de la Escuela Politécnica Nacional. Correspondencia a: [rburbano@server.epn.ec](mailto:rburbano@server.epn.ec)

3. Entre las políticas para alcanzar la sustentabilidad se ha propuesto la aplicación de un impuesto al agotamiento del capital natural ("natural capital depletion tax"), el cual busca gravar el consumo del capital natural (Costanza *et al.*, 1997) y debería ir acompañado de un sistema de tarifas ecológicas. El razonamiento expuesto por Costanza *et al.* (1997) en posteriores alcances a su propuesta radica en que el precio de la energía fósil es bajo debido a que depende de los costos contables de extracción que son mínimos, pues éstos omiten los costos sociales y ambientales. Por lo tanto, se requiere gravar el capital natural considerando el "principio de precaución" y el principio de *quien contamina paga*. El eco impuesto podría ser administrado como otro impuesto, pero requeriría acuerdos internacionales o al menos tarifas ecológicas nacionales para prevenir que algunos países saturen los mercados con productos fabricados con capital natural no gravado (Falconí, 2002).

4. El documento "Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes" elaborado por la CEPAL (2001) recoge un conjunto de instrumentos de política aplicables a la gestión ambiental, entre los que se destacan las regulaciones y sanciones, propuestas de legislación, cargos, impuestos y tarifas, incentivos y financiamiento, creación de mercados, intervención a nivel de la demanda final. De acuerdo a un trabajo anterior de ese organismo y el PNUMA en 1997 ("Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe"), los instrumentos económicos son los que inciden en los costos y beneficios imputables a cursos de acción alternativos que enfrentan los agentes, afectando por ejemplo la rentabilidad de procesos o tecnologías alternativas, o el precio relativo de un producto, y por lo tanto las decisiones de oferentes y demandantes. De la misma forma, se consideran como "instrumentos económicos" de gestión ambiental los programas de regulación informal basados en la diseminación pública de información oficial sobre el desempeño ambiental, certificación, etiquetado, y otras fuentes de presión externa basadas en la transparencia de información.

ambiental, ecoauditoría, planes de gestión ambiental, calidad total.

En muchos países latinoamericanos, las preocupaciones ambientales han empezado a ser incorporadas en el diseño de las políticas macroeconómicas y ya se empiezan a observar en las normas y reglamentos. Así, en los últimos años se ha comenzado a identificar una tendencia al uso directo de instrumentos económicos de mercado para alcanzar objetivos ambientales. (CEPAL-PNUMA-SEMARNAP, 1998). Sin embargo, por ejemplo en el caso del manejo forestal en varios países como el Ecuador, esto ha sido insuficiente hasta el momento, por lo que se requieren nuevas alternativas de incentivos que fomenten el uso eficiente de los recursos forestales (Burneo y Falconí, 2003).

El objetivo central de este documento es resaltar que pueden surgir otros enfoques, si se parte de una teoría adecuada del capital natural y si se plantea una participación social en los procesos de decisión. Frente a la concepción de que es posible proporcionar valores monetarios a los daños ambientales, internalizando las externalidades, lograr senderos óptimos de agotamiento de los recursos naturales, o lograr compensar y/o reemplazar el capital natural por capital económico; han surgido propuestas desde otros enfoques que señalan "la extrema dificultad de dar valoraciones económicas actualizadas a la pérdida de biodiversidad u a otras pérdidas de "capital natural" (como los bosques de manglares, por ejemplo) o de admitir como criterio de decisión los bajos valores crematísticos atribuidos a los daños sufridos por quienes padecen contaminación en minas o plantaciones" (Martínez- Alier, 2003). Estos enfoques alternativos pueden sostenerse bajo la perspectiva de un análisis multicriterio, eje central de este trabajo.

Esta ponencia está estructurada en cuatro partes: luego de la Introducción, la Sección 2 revisa los instrumentos económicos de gestión ambiental monocriteriales, la Sección 3 presenta el análisis multicriterio AMC, la Sección 4 plantea ciertas

conclusiones.

## 2. Instrumentos económicos de gestión (y decisión) ambiental monocriteriales

En la concepción de la economía ambiental de corte neoclásico, los instrumentos ambientales, son un conjunto de técnicas para alcanzar el nivel de "producción óptima social"<sup>5</sup>, es decir el nivel de producción que maximiza el excedente social. Por ejemplo, los impuestos pigouvianos, estándares ambientales, permisos transables de contaminación, etc. En el caso de los impuestos, la teoría económica ortodoxa los considera como elementos que distorsionan a los mercados en su función de asignadores eficientes de recursos. El excedente social (igual a la suma del excedente de los consumidores más el excedente de los productores), que antes de impuestos se describe como óptimo en el sentido de Pareto<sup>6</sup>, disminuye por la introducción de los impuestos, generándose una "pérdida de eficiencia".

La dificultad o incluso imposibilidad de valorar las externalidades, impide conocer con certeza los niveles al cual deben aplicarse los distintos instrumentos para obtener la "producción óptima". La imposibilidad cierta de estimar los "costos externos ambientales" y consecuentemente el "costo externo marginal" relativizan la posibilidad de fijar el "instrumento óptimo" (recordemos que bajo el enfoque de la economía de los recursos naturales con un enfoque neoclásico el impuesto o la tasa ecológica tiene que ser igual al costo externo marginal en el punto de "producción óptima").

Sin embargo puede afirmarse que existe un rango de "producción óptimo", aunque desconocido, y que la intensidad de aplicación de los distintos instrumentos tiene un comportamiento similar al de la conocida Curva de Laffer<sup>7</sup> (que toma su nombre debido al economista americano Arthur Laffer), es decir, la eficiencia máxima se alcanza en el punto o región óptima, y va disminuyendo conforme nos

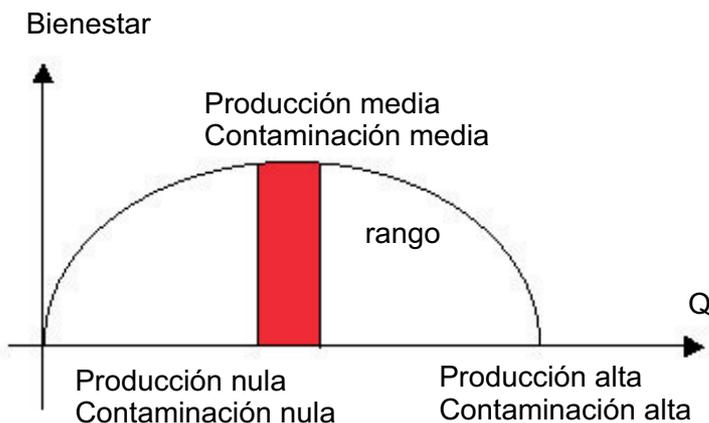
5. Llamado también "nivel óptimo de contaminación" (Pearce, 1996).

6. Esta máxima se deriva de los trabajos a finales del siglo XIX del ingeniero italiano Wilfredo Pareto: un estado social es óptimo de Pareto si y solo si no se puede aumentar la utilidad de uno sin reducir la utilidad de otro. Tal como plantea Amartya Sen (1987: 49-50), la optimalidad de Pareto, "es un tipo de éxito muy limitado, y, en sí mismo, puede o no garantizar demasiado. Un estado puede ser un óptimo de Pareto con algunas personas en la más grande de las miserias y con otras en el mayor de los lujos, en tanto que no se pueda mejorar la situación de los pobres sin reducir el lujo de los ricos... A la optimalidad de Pareto también se le denomina a veces "eficiencia económica". Este uso es apropiado desde un punto de vista, dado que la optimalidad de Pareto trata exclusivamente de la eficiencia en el espacio de las utilidades, y no presta atención a las consideraciones distributivas relativas a la utilidad".

7. Se trata de una relación en forma de U inversa entre las recaudaciones fiscales y el aumento de impuestos medios. La curva de Laffer muestra que un incremento en los impuestos medios llevaría paradójicamente a un descenso de las recaudaciones.

alejamos hacia derecha o izquierda del óptimo.

Es claro que si la producción es nula, la contaminación también será nula, al igual que el bienestar<sup>8</sup> de la sociedad; por otra parte, si la producción se incrementa, la contaminación asociada crecerá y disminuirá el bienestar. El nivel de "producción óptimo" sería algún nivel intermedio.



El nivel óptimo de producción no puede ser encontrado como lo postula la teoría neoclásica, a través de la maximización del "excedente social", sino que corresponde a una "solución compromiso", es decir que es un nivel de producción y de contaminación aceptado socialmente, en un proceso de diálogo en el que participan los afectados, y científicos médicos, biólogos, físicos, químicos, economistas, etc. Por ejemplo, un estándar ambiental como partículas de plomo en un m<sup>3</sup> de aire no puede ser determinado por la regla del "beneficio marginal neto privado igual al costo externo marginal"<sup>9</sup>, sino por los niveles máximos que la biología del ser humano y otros seres vivos puede soportar.

A pesar de que el gráfico presupone un mismo eje para la producción y "contaminación", el mundo real es complejo y desordenado; no hay un solo tipo de contaminación y las relaciones entre producción y

los contaminantes no son simples y lineales; posiblemente deban describirse mediante sistemas no lineales tan complejos que resulten en un comportamiento caótico, es decir, que un pequeño cambio en las condiciones iniciales genere un solución completamente diferente<sup>10</sup> (Peters, 1996). En una situación como la descrita: ¿qué validez tiene la regla beneficio marginal igual a costo externo marginal?

El reduccionismo de la economía tradicional, presupone que los sistemas reales son simples, lineales; que un sistema de precios recoge la intensidad de las preferencias de los individuos y que, por tanto, todo puede ser reducido a un mismo sistema de medida: el crematístico.

En esta marco se inscribe el Análisis Costo-Beneficio, que es la herramienta de la economía neoclásica *parexcellence*, la cual se utiliza en política ambiental (Nijkamp, 1986). La economía neoclásica supone la existencia de mercados competitivos, los cuales emiten precios correctos que permiten a los agentes económicos, consumidores y productores, tomar decisiones racionales y alcanzar el óptimo de Pareto. El desarrollo de un ACB tiene varias etapas: identificación y valoración en términos monetarios de los costos (C) y beneficios (B) actuales y futuros de un proyecto; determinación de la tasa de descuento; fijación del horizonte temporal; desarrollo de uno o varios métodos que permitan traer los costos y beneficios a valores actuales, tales como el valor actual neto (VAN) y el (TIR)<sup>11</sup>, y estimar la relación entre los costos (C) y beneficios (B) (Munda, 1995).

El valor actual neto VAN se define por:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B - C}{(1+r)^t} \quad (1)$$

En (1) mientras más alta sea la tasa de descuento  $r$  y mayor el horizonte temporal ( $t$  en la fórmula de

8. Bienestar en el sentido amplio de la palabra, no reducido a una función de utilidad del consumo: Bienestar (De *bien* y *estar*) 1.m. Conjunto de las cosas necesarias para vivir bien. 2.m. Vida holgada o abastecida de cuanto conduce a pasarlo bien y con tranquilidad. 3.m. Estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica. Diccionario de la Real Academia Española.

9. ¿Es posible estimar el costo externo para una familia que tiene un niño con retraso mental por contaminación de plomo?. La respuesta es un simple y rotundo no.

10. El llamado efecto mariposa: una mariposa que aletea en China podría provocar una huracán en el Caribe.

11. La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa para la cual el VAN es igual a cero. La TIR mide la rentabilidad de un determinado proyecto en el tiempo. Generalmente considera que un proyecto es viable en términos económicos y financieros si la TIR es mayor a la tasa de interés de mercado (TIM). Por otra parte, matemáticamente,  $TIR > TIM$  es equivalente a  $VAN > 0$ .

arriba), menor es el VAN de un determinado proyecto, es decir estas variables son relevantes en la toma de decisiones.

Las tasas de descuento altas infravaloran a las generaciones futuras. Respecto a las preguntas: ¿Cuál debe ser la tasa de descuento?, ¿Existe una sola tasa de descuento?. Hay un amplio debate. Martínez-Alier sostiene que la tasa de descuento debería ser igual a la tasa de crecimiento sustentable de la economía. Azar y Sterner (1996) defienden el uso de una tasa decreciente en el tiempo (cuando analizan los beneficios de combatir el cambio climático). También se ha puesto en el debate que se podría utilizar  $r = 0$  e incluso posiciones más extremas sostienen que  $r$  debería ser negativa. En el caso del método de El Serafy<sup>1 2</sup> a fin de aplicar el método del costo del uso, utiliza una tasa de descuento, arbitraria en sus propias palabras, del 5%. Por lo tanto, se sugiere que se debería realizar un análisis de sensibilidad, utilizando varios escenarios para  $r$ .

El ACB social plantea maximizar "excedente social". En este punto, la objeción más importante es que el ACB social es incapaz de incluir los efectos ambientales por dos razones: por la incapacidad de trasladar todos los impactos que están fuera del mercado en un sistema de precios consistente y manejable; y por la dificultad de integrar los aspectos distributivos de medidas ambientales en un contexto de eficiencia (Nijkamp, 1986). No está por demás indicar que la teoría neoclásica plantea que se debe alcanzar primero la eficiencia (crecimiento) y luego deben considerarse los aspectos redistributivos.

El ACB al suponer que hay una sola medida de valor: la monetaria (evaluada ya sea por la disposición a pagar DAP- o por la disposición a aceptar una compensación DAAC-), se basa en la conmensurabilidad del valor. Sobre este tema se puede ver el recuadro 1. Una característica adicional del ACB es que siempre existe la "solución óptima": el proyecto con la TIR más alta.

## Cuadro 1

### Pluralidad de valores

Las distinciones entre conmensurabilidad, comparabilidad fuerte y comparabilidad débil (ver Martínez-Alier, Munda, O'Neill, 1998) son las siguientes:

- **Comparabilidad fuerte:** dos objetos o entidades A y B son comparables de manera cardinal u ordinal.
- **Conmensurabilidad fuerte:** existe una única propiedad singular que todos los objetos poseen y que es el origen de su valor y una medida cardinal que indica la cantidad, intensidad o grado en que esa propiedad está presente. Por ejemplo, el alumno Pedro con un promedio de 8,0 es mejor estudiante que Juan que tienen promedio 7,0. En temas económicos y ambientales, la escala de medida es el dinero.
- **Conmensurabilidad débil:** no es necesario tener una medida cardinal, una medida ordinal es suficiente: Pedro es primero y Juan es segundo.
- **Comparabilidad débil:** hay una pluralidad de valores, muchos criterios de comparación que sólo nos permiten ordenar las opciones al elegir un determinado criterio. El conflicto de valor irreductible es inevitable pero compatible con la opción racional utilizando un cálculo práctico. Pedro es músico y matemático, Juan es atleta e historiador. ¿Es Pedro mejor que Juan o es Juan mejor que Pedro?.
- **Inconmensurabilidad de valores:** las diferentes concepciones de los valores vuelven incomparables a los objetos: para el gremio de músicos Pedro será mejor que Juan, para los historiadores Pedro será un tipo ordinario a diferencia de Juan. Los criterios de comparación son variados, con escalas de valor diferentes. Esto supone que hay un pluralismo de valores. Al apelar a distintos criterios, el resultado frecuentemente es que hay evaluaciones conflictivas de un mismo objeto. Esto es parte esencial de la filosofía del análisis multicriterio.

12. El llamado método de Salah El Serafy se inscribe en la denominada sustentabilidad débil (comparabilidad fuerte de valores), es decir la noción de que el capital hecho por los humanos y el capital natural pueden ser sustitutos gracias a las bondades del progreso tecnológico.

### 3. Evitar el reduccionismo: El AMC es una alternativa

Para posibilitar un estudio integral económico, social, ambiental es necesario disponer de las herramientas de gestión ambiental adecuadas. El análisis multicriterio busca integrar las diferentes dimensiones de una realidad en un solo marco de análisis para dar una visión integral y de esta manera tener un mejor acercamiento a la realidad.

En principio, el análisis multicriterio es una herramienta adecuada para tomar decisiones que incluyen conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente, y además cuando confluyen una pluralidad de escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.).

Un problema multicriterio, con un discreto número de alternativas, puede ser explicado de la siguiente forma:

- $A$  es un conjunto finito de  $n$  alternativas o acciones posibles;  $G$  es el conjunto de las  $m$  funciones de evaluación  $g_i$   $i=1,2,\dots,m$  asociadas a los criterios de evaluación o puntos de vista, considerados relevantes en el problema de decisión. Si  $a$  es una alternativa,  $g_i(a)$  es su evaluación en el  $i$ -ésimo criterio.

En esta forma, un problema de decisión puede ser representado en una matriz  $P$  de  $m$  filas y  $n$  columnas denominada matriz de evaluación o impacto, cuyos elementos  $p_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ;  $j=1,2,\dots,n$ ) representan la evaluación de la alternativa  $j$ -ésima en el  $i$ -ésimo criterio. La matriz de impacto puede incluir información cuantitativa, cualitativa, difusa, estocástica (Munda, 1995; Martínez-Alier *et al.*, 1998).

		Alternativas		
		$A_1$	$A_2$	$A_3$
Criterios	$C_1$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$
	$C_2$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$
	$C_3$	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$
	$C_4$	$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$

- Si  $a$  y  $b$  son dos alternativas, la alternativa  $a$  es mejor que la alternativa  $b$ , según el  $i$ -ésimo criterio o punto de vista, si  $g_i(a) > g_i(b)$ .

La alternativa  $a$  domina a la alternativa  $b$ , si  $a$  es al menos tan buena como  $b$  para todos los criterios que están siendo considerados, y mejor que  $b$  al menos en un criterio.

La mayor ventaja de los métodos multicriterio es que permiten considerar un amplio número de datos, relaciones y objetivos, que generalmente están presentes en un problema de decisión específica del mundo real, de tal modo que el problema de decisión a manejar, puede ser estudiado de una manera multidimensional. Una acción  $a$  puede ser mejor que una acción  $b$  de acuerdo a un criterio y peor según a otro. Por tanto, cuando se toma en consideración diferentes evaluaciones en conflicto, un problema multicriterio esta matemáticamente mal definido, en el sentido de que puede no existir la solución óptima, por lo que generalmente se requieren "soluciones compromiso".

El AMC se basa en un *enfoque constructivo* que está situado entre el "decisionismo" (basado en los instintos y el subconsciente) y el "racionalismo" (exageración del concepto de racionalidad). El concepto de *Proceso de Decisión* tiene una importancia esencial (sobre la base del trabajo de Simon). Siempre es posible justificar o defender la solución tomada (*Racionalidad Procedimental*). La calidad del proceso se consigue principalmente con la interacción de los afectados y la transparencia del proceso de decisión. De esta manera, interesa profundamente la calidad del proceso y no solo los resultados.

El AMC tiene las siguientes etapas (Munda, 1995):

1. Definición y estructuración del problema a investigar.
2. Definición de un conjunto de criterios de evaluación.
3. Elección entre métodos discretos o continuos: si se conocen el número de alternativas y criterios, se utiliza un método discreto; si éstas son infinitas, se utiliza uno continuo.
4. Identificación de las preferencias del decisor: se tienen que respetar las preferencias subjetivas de las personas que intervienen en el proceso de decisión.
5. Elección del procedimiento de agregación de los criterios.

Respecto a este último punto, hay diferentes procedimientos para la agregación de los criterios:

1. **Programación lineal multi-objetivo:** al haber más de un objetivo no se puede optimizar todos a la vez, por lo que se trata de encontrar la solución más satisfactoria según las preferencias subjetivas del decisor.
2. **Punto Ideal:** Un punto ideal es una alternativa



hipotética que es la mejor en todos los criterios; se observa cuan lejos se está del punto ideal y se elige la alternativa más cercana.

3. **Utilidad Multi-atributo (MAUT):** con algún procedimiento se agregan los criterios y se lo que se convierte en mono-objetivo; la función de agregación establece implícitamente compensaciones entre los criterios.<sup>1 3</sup>
4. **Métodos de superación (Outranking):** se definen las relaciones de: preferencia, indiferencia e incomparabilidad; no hay compensación entre los criterios. Pueden definirse umbrales de indiferencia y vetos en los criterios.
5. **Proceso analítico jerárquico:** se realizan las comparaciones según una estructura jerárquica de acuerdo a la importancia de los criterios.

El AMC considera las interacciones economía-medio ambiente. De acuerdo con el procedimiento de agregación escogido, se puede aplicar el concepto de sostenibilidad en el sentido "débil" (el capital hecho por los humanos y el "capital natural" son sustitutos) o sostenibilidad en el sentido "fuerte" (el capital hecho por los humanos y el "capital natural" no son sustitutos sino complementarios). Depende del grado de compensación permitida por el procedimiento de agregación.

No es posible establecer *a priori* qué método resulta mejor para un problema empírico dado, sino que las condiciones en las que estos métodos se aplican mejor dependen del contexto. Por lo tanto el problema radica en elegir el método correcto para determinado problema. Esto hace que el enfoque sea más flexible pero también más complejo.

Desde una óptica del análisis multicriterio, los instrumentos económicos pueden ser un criterio más para evaluar el estado de la situación en una región o país, lo que en principio quiere decir que es factible de ser incluidos en un AMC. Sin embargo, debe analizarse en profundidad la

posibilidad o la dificultad de establecer el "nivel óptimo" del instrumento y cual serían los efectos sobre el análisis multicriterio de incluir o excluir dicho criterio.

Por otra parte, el análisis multicriterio incluye en sus características la posibilidad de trabajar con márgenes de incertidumbre, por ejemplo, podríamos establecer que "la tasa del impuesto pigouviano está 'alrededor' del 10%", lo cual a su vez definiría un umbral para el nivel de producción. Por supuesto que se produce una pérdida de eficiencia cuando nos movemos hacia derecha (+) o izquierda (-) del umbral.

Algunos instrumentos son cuantitativos: impuestos, estándares, permisos de producción (contaminación), etc; algunos otros son cualitativos: restricciones legales, autorizaciones, etc. Los métodos multicriterio permiten trabajar con este tipo de variables, por ejemplo NAIADE<sup>1 4</sup>; por lo que el AMC puede aplicarse exitosamente para el análisis el grado de aplicación de los instrumentos en la mejora del estado ambiental de una región o país.

El AMC permite captar la opinión de los actores relevantes en los problemas de decisión, en dos niveles.

En primer lugar, los criterios pueden ser seleccionados de tal manera que reflejen los valores de los actores (o sus preferencias o intereses) o pueden ser escogidos directamente por los actores afectados. En principio, la valoración de los criterios de evaluación es independiente de las preferencias de éstos. Por ejemplo, un grupo de interés puede aceptar utilizar un criterio de evaluación que mida los efectos de las diferentes alternativas sobre el empleo, pero la determinación de esta variable no puede (al menos no completamente) ser controlada por ellos (lo mismo se puede aplicar por ejemplo a los indicadores de impacto ambiental). Esto permitiría que, por ejemplo, los estándares o normas ambientales sean definidos en un contexto de alta participación social.

13. Si la utilidad es aditiva,  $U = g_i(a) + g_j(a)$ , el criterio  $i$  compensa al criterio  $j$  si y solo si la utilidad de  $g_i(a)$  es igual a la utilidad de  $g_j(a)$ . Por ejemplo, el beneficio (económico o no) de utilizar un bosque para recreación compensa el beneficio económico de talarlo.

14. Un método creado para las aplicaciones EIA es el método conocido como NAIADE (Munda, 1995). NAIADE (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments) es un método multicriterio discreto, cuya matriz de impacto (o evaluación) puede incluir medidas claras, estocásticas o indefinidas del desempeño de una alternativa con respecto al criterio de evaluación, por tanto, éste método es muy flexible para aplicaciones del mundo real. NAIADE ha sido creado y desarrollado en varias versiones por el profesor Giuseppe Munda.

En resumen, NAIADE puede proporcionar la siguiente información:

1. Clasifica a las alternativas de acuerdo a un conjunto de criterios de evaluación (ej. solución(es) compromiso).
2. Proporciona indicios sobre la distancia de las posiciones de los diferentes grupos de interés (ej. posibilidades de convergencia de intereses o formación de coaliciones).
3. Sitúa a las alternativas de acuerdo a los impactos o preferencias de los actores.

En este caso, la clasificación multicriterio puede ser considerada más "técnica", el resultado final es una consecuencia de considerar todos los criterios simultáneamente (en búsqueda de una solución compromiso).

En segundo lugar, la calificación del impacto de cada alternativa para cada grupo de interés puede ser mucho más directa. Cada grupo asigna una calificación a cada alternativa, independiente de la valoración de los criterios. Tal calificación es una consecuencia directa de sus preferencias. Un grupo podría calificar como "la mejor" a una alternativa, independientemente de la evaluación de los criterios sobre esta alternativa.

Los conflictos irreconciliables pueden existir entre diferentes coaliciones o hasta entre grupos individuales. El análisis de políticas puede estar condicionado a juicios de valor poderosos tales como el hacer que todos los actores tengan la misma importancia (peso). ¿Debería una clasificación socialmente deseable ser obtenida en base al principio de la mayoría? ¿Debería concederse algún poder de veto a las minorías? ¿Son los efectos de la distribución del ingreso importantes?<sup>15</sup>

Como un ejemplo de evaluación multicriterio se presenta el análisis del sector forestal ecuatoriano en el período 1980-2001, realizado por Burneo y Falconí (2003).

La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, expedida el 24 de Agosto de 1981, definió las políticas forestales fundamentales en el Ecuador; los aspectos principales de esta Ley fueron: la concepción del Estado como el administrador forestal que orienta, controla, promueve y financia al sector; una visión economicista y desarrollista en la que se considera el "sector forestal" como un "subsector económico" del sector agropecuario; una imagen de la vida silvestre como un grupo de animales exóticos que debían ser protegidos; el impulso a la reforestación. En relación a instrumentos económicos para la gestión ambiental, se consideraron únicamente dos y contradictorios entre sí: la exoneración del impuesto a la propiedad rural a las tierras forestales cubiertas de bosques (que favorecía al mantenimiento de la cobertura forestal) y la exoneración de aranceles a la importación de equipos e insumos forestales (que favorecía a la tala de bosques).

A partir de 1992 hay cambios fundamentales en la política forestal. En lo político se consolida la idea de un Estado regulador, no intervencionista; las

preocupaciones ambientales se profundizan, se vuelven más integrales, se insiste en la reforestación y la protección de la biodiversidad. Como instrumentos económicos de gestión ambiental se consideran incentivos económicos directos para fortalecer las tareas de reforestación.

El ejercicio es evaluar los períodos: 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995 y 1995-2001 de manera multicriterial. Los indicadores utilizados en el análisis fueron:

### Cuadro 1

#### Criterios de evaluación multicriterial

	Criterios	Observaciones	Objetivo	Pesos
1	Disponibilidad de la información		Maximizar	3
2	Producción maderera de bosque nativo		Minimizar	5
3	Eficiencia	Producción de leña /total	Maximizar	4
4	Exportaciones madereras		Minimizar	3
5	Estructura productiva	Madera aserrada, en rollo y tableros	Maximizar	4
6	Estructura exportaciones	Madera aserrada, en rollo, tableros y residuos	Maximizar	3
7	Contribución del sector forestal al PIB		Maximizar	4
8	Participación Social	Comunidades, ONG	Maximizar	4
9	Exoneración de impuestos prediales		Maximizar	4
10	Incentivos directos a la reforestación	Tierra rural cubierta con bosques	Maximizar	4
11	Exoneración de aranceles	A la importación de equipos e insumos	Minimizar	4

15. NAIADE permite que se realicen los dos tipos de evaluaciones. La primera está basada en los valores del puntaje asignado al criterio de cada alternativa y se la ejecuta por medio del uso de una matriz de impacto (alternativas versus criterios). La segunda analiza los conflictos entre los diferentes grupos de interés y la posible formación de coaliciones dependiendo de las evaluaciones de las alternativas propuestas (matriz de equidad).

Cada criterio o variable se calificó con una puntuación entre 0 y 5, donde 0 significa un valor o intensidad baja y 5 un valor o intensidad alta. Además, para cada variable, se considera un objetivo de maximización o minimización. Se establece como objetivo la maximización cuando un valor más alto de criterio, es consistente con un manejo sustentable del recurso forestal o constituye una mejora en las condiciones de vida de la población, sin atender a la conservación del recurso; por el contrario, el objetivo es minimizar cuando un valor más alto de criterio significa atender a la sustentabilidad del recurso forestal o constituye un deterioro en las condiciones de vida de la población.

El cuadro de valores de la matriz de impacto se estableció en función de los resultados del análisis de dichos indicadores.

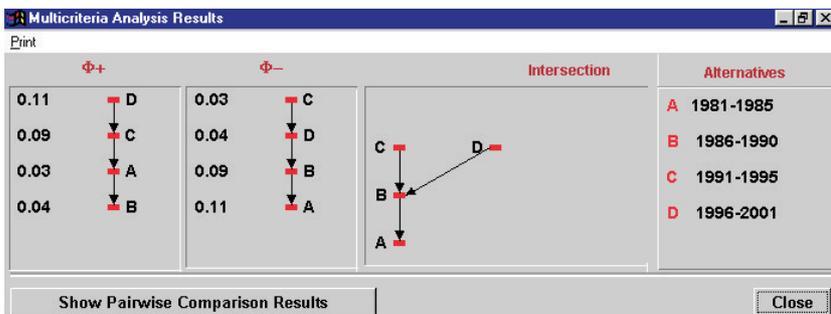
**Cuadro 2**

**Matriz de Impacto**

	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2001
INFORMACION	0	1	1	1
PRODUCMAD	2	3	2	4
EFICIENCIA	1	2	3	4
EXPOR	0	0	1	2
ESTRUCPROD	1	1	2	3
ESTRUCEXPOR	2	3	2	1
CONTRIBPIB	0	0	1	1
PARTICIPSOC	1	1	2	3
EXONERIMP	4	4	0	0
INCENTIVDIR	0	0	5	4
EXONERARANC	4	4	0	0

El resultado del análisis multicriterio se resume en el grafo de orden parcial:

**Gráfico 1 : Grafo de Orden Parcial**



La evaluación multicriterio muestra que el peor período es 1981-1985, seguido del período 1986-1990; los periodos 1991-1995 y 1996-2001, son mejores que el precedente, pero no son comparables entre sí.

**Cuadro 3**

**Evaluación de la Función Multicriterio**

Período	Evaluación <sup>16</sup>
1981-1985	32
1986-1990	35
1991-1995	51
1996-2001	48

Adicionalmente a la evaluación del NIAIDE se evaluó mediante una función multicriterio definida como la suma ponderada de los criterios. Los pesos de los criterios se los definió entre 1 y 5. Los resultados de la evaluación mediante un función multicriterio presentó los resultados:

Los resultados son consistentes con los obtenidos con el NIAIDE. Nótese que la función multicriterio permite ordenar linealmente todas las alternativas. Además, los resultados muestran una pobre evaluación del sector forestal ecuatoriano.

El software NIAIDE también permite el análisis de actores particularmente las posibles coaliciones lógicas que podrían conformarse, de acuerdo a las valoraciones de éstos de las alternativas presentadas. Los actores incluidos en este análisis son: las comunidades asentadas en zonas boscosas, los madereros, las organizaciones ambientalistas, la población en general y el gobierno.

La matriz de equidad, debe ser construida por los mismos actores; sin embargo para este ejemplo, fue llenada por los autores del presente artículo, dado que a la fecha de realizar este trabajo, aún no se ha averiguado la opinión de los actores involucrados; por tanto, los resultados que siguen a continuación son únicamente demostrativos y corresponden a una situación hipotética.

16. La evaluación máxima posible es 100.

El resultado de la matriz de equidad es:

**Cuadro 4**  
**Evaluación de la Función Multicriterio**

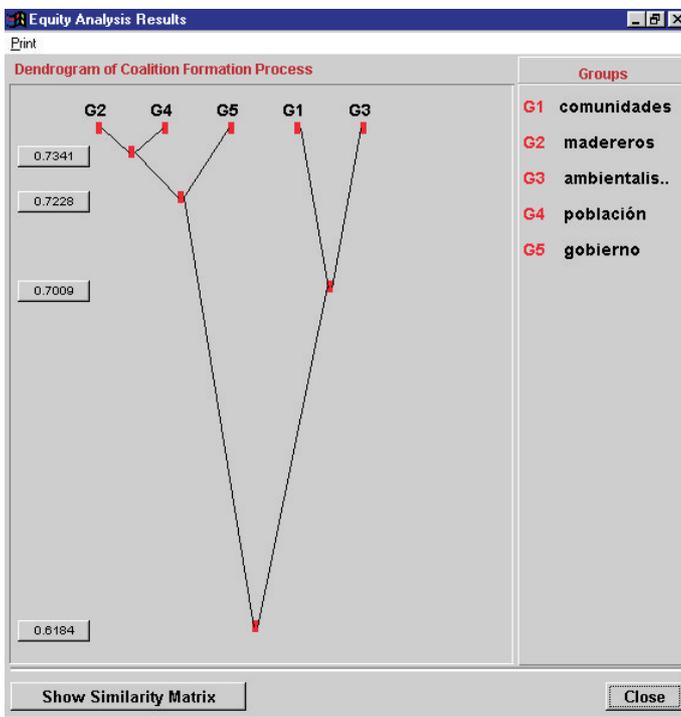
	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2001
Comunidades	Mal	mal	muy mal	muy mal
Madereros	moderado	moderado	bueno	bueno
Ambientalistas	muy malo	muy malo	regular	regular
Población	Mal	moderado	aceptable	aceptable
Gobierno	Mal	mal	moderado	bueno

único sistema de medida: el crematístico. El dinero es la vara de medición universal y la maximización del excedente social garantiza la eficiencia del óptimo de Pareto. En el caso particular del ACB, se garantiza encontrar la solución óptima de un conjunto de proyectos.

Criterios más realistas, ponen el acento en la extrema dificultad de valorar económicamente las "externalidades" dados los altos niveles de incertidumbre presente y la complejidad de los sistemas reales. Las valoraciones contingentes son altamente dependientes del grado de conocimiento de los efectos de las "externalidades" y de la distribución de

ingreso.

**Gráfico 2 : Dendograma de Coaliciones**



El grafo anterior muestra que podrían esperarse dos coaliciones: la primera conformada por los madereros, la población y el gobierno; la segunda estaría conformada por las comunidades asentadas en las zonas boscosas y las organizaciones ambientalistas.

#### 4. Conclusiones

El análisis monocriterial característico de la economía neoclásica, asume que los sistemas reales son simples, lineales, y que los precios recogen la intensidad de las preferencias de los individuos y, por tanto, todo puede ser reducido a un

El mundo real es complejo y desordenado. El análisis multicriterio proporciona un acercamiento a la complejidad al aceptar diferentes criterios de descripción de una misma realidad; las distintas dimensiones de un problema - económicas, sociales, ambientales, etc., pueden ser tomadas en cuenta en el AMC.

El AMC posibilita la participación de los actores involucrados en un problema mediante la elección de los criterios de evaluación en un marco de amplia participación social. Además permite la calificación directa de las distintas alternativas de elección por parte de los actores.

Las distintas metodologías permiten adecuar el AMC al tratamiento de problemas específicos; en contrapartida, el AMC puede ser más complejo que un simple análisis costo-beneficio.

Los instrumentos económicos para la gestión ambiental pueden ser incluidos en un AMC como un criterio más de evaluación. En el presente trabajo se ha presentado un ejemplo de aplicación práctica en el cual se incluyen tres instrumentos económicos de gestión ambiental. Sin embargo, debe analizarse en profundidad la posibilidad o dificultad de establecer el nivel óptimo del instrumento y cuales serían los efectos sobre el análisis multicriterio de incluir o excluir dicho criterio.

#### Referencia

Acquatella, Jean. 2001. "Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes" CEPAL/ PNUD. Santiago de Chile.

Azar, C., Sterner, T. 1996. "Discounting and



distributional considerations in the context of global warming". *Ecological Economics* 19: 169-184.

Burneo, D., Falconí, F. 2003. "Evaluación de las políticas forestales en el Ecuador". CIES- Fundación McArthur. Lima.

CEPAL-PNUMA-SEMARNAP. 1998. "Instrumentos Económicos para la gestión Ambiental en América Latina y El Caribe" Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.

Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R. 1997. *An Introduction to Ecological Economics*. CRC Press LLC. Estados Unidos.

Falconí, F. 2002. Economía y Desarrollo Sostenible: Matrimonio Feliz o Divorcio Anunciado". FLACSO, Quito.

Martínez-Alier, J., Munda, G., O'Neill, J. 1998. "Weak comparability of values as a foundation of ecological economics". *Ecological Economics* Vol. 26, No. 3: 277-286.

Martínez Alier, J. Prefacio a las Memorias del Congreso Iberoamericano "Desafíos Locales frente

a la Globalización" realizado el 11 y 12 de abril de 2003. Quito, 2003 (en prensa).

Munda, G. 1995. *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment*. Physica-Verlag Heidelberg. Alemania.

Nijkamp, P. 1986. "Equity and efficiency in environmental policy analysis: separability versus inseparability". En Allan Schnaiberg, Nicholas Watts y Klaus Zimmermann, eds. *Distributional Conflicts in Environmental Resource Policy*. WZB Publications.

Pearce, D. 1985. *Economía Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México.

Peters, E. 1996. *Chaos and Order in the Capital Markets: A new View of Cycles, Prices and Market Volatility*. John & Sons, Incorporated.

Roy, B. 1985. *Méthodologie multicritere d' aide à la decision*. Economica. París.

Sen. A. 1989. "Sobre Ética y Economía". Alianza Editorial. Madrid.18