

NT-1758



ILPES

INSTITUTO LATINOAMERICANO
DE PLANIFICACION
ECONOMICA, Y SOCIAL

PROGRAMA DE CAPACITACION

CDA-15



ENFOQUES ALTERNATIVOS EN LA EVALUACION
DEL IMPACTO AMBIENTAL ^{1/}

Gilberto C. Gallopín

^{1/} El presente texto, que es de uso exclusivo de los participantes de los cursos del Programa de Capacitación, reproduce el documento preparado por Gilberto Gallopín para el Seminario sobre Metodologías para la evaluación del Impacto Ambiental, Fundación Bariloche, CIFCA, San Carlos de Bariloche, 28 de noviembre al 9 de diciembre, 1977.

81-10-2401

INTRODUCCION.

En su sentido más general, el medio ambiente de un organismo individual puede ser considerado como todo aquello que esté afuera o alrededor del mismo. Es claro que una definición tan inclusiva no tiene mucho valor operativo. Es por lo tanto preferible considerar al medio ambiente como incluyendo todo aquello exterior al organismo que lo afecta directamente. En particular, todo aquello que afecta su probabilidad de sobrevivir, multiplicarse y prosperar.

A menudo, es posible especificar mucho más los componentes del ambiente de mayor relevancia. Por ejemplo, Andewartha y Birch (1964) sugirieron que el medio ambiente de un animal podía ser dividido en cuatro componentes: clima, alimento, otros animales y patógenos, y el lugar donde vive. Es también posible en principio identificar las variables ambientales específicas que afectan en mayor grado al organismo, en una situación dada. Estos factores ambientales pueden ser de diversos tipos: temperatura, humedad, densidad de otros organismos de la misma especie, cantidad de depredadores, estacionalidad climática, etc.

En las plantas y los animales inferiores, los componentes relevantes del medio ambiente son esencialmente físicos, químicos y biológicos. Por ejemplo, el medio ambiente de una bacteria puede ser definido satisfactoriamente en base a los valores de la temperatura, humedad, disponibilidad de alimento, densidad de la población de bacterias, y concentración de algunos compuestos químicos específicos. Pero a medida que se asciende en la escala biológica hacia los niveles superiores de organización, se hace necesario agregar otras dimensiones para caracterizar eficientemente el medio ambiente de los organismos. Si bien es cierto que los organismos más complejos tienden en general a ser relativamente más independientes de su ambiente que los organismos sencillos, desarrollando estructuras y funciones reguladoras que los capacitan para colonizar ambientes más rigurosos, sigue siendo cierto que, si el medio ambiente es desfavorable, los organis-

mos no prosperan y las especies se extinguen eventualmente, salvo que logran adaptarse.

Dado que el medio ambiente cambia permanentemente, la capacidad de supervivencia de los organismos depende de su capacidad para percibir los cambios, y de su capacidad para reaccionar ante ellos, neutralizando o evitando los cambios negativos, y asimilando o buscando los cambios positivos.

Los sistemas de percepción son muy simples en los organismos inferiores, pudiendo ser tan elementales como el cambio de velocidad de una reacción bioquímica debida a un cambio de temperatura; en general aumentan en complejidad y nivel de resolución en los organismos más evolucionados, hasta llegar a los complejos sistemas sensoriales de los vertebrados superiores, capaces de percibir una amplia gama de estímulos con gran detalle. Los sistemas de regulación, que están asociados a la capacidad de reacción, también aumentan en complejidad y eficiencia en la escala biológica, desde simples reacciones enzimáticas hasta los complejos sistemas neuro-hormonales-musculares de los animales superiores.

Es así que, a medida que aumenta la complejidad de los sistemas de percepción y de regulación, se agregan más y más variables del medio ambiente que pueden afectar el éxito y supervivencia de los organismos, al mismo tiempo que los organismos se hacen relativamente más independientes de algunos factores ambientales. Esto explica porqué el medio ambiente humano es más complejo y difícil de caracterizar que el de los organismos más sencillos. Las dimensiones sociales, culturales, estéticas y éticas del ambiente humano tienen sentido sólo en la medida en que existe la capacidad de percibir y reaccionar ante esas variables. La compleja estructura de la sociedad humana hace que el éxito y aún la supervivencia del individuo y del grupo dependa de su capacidad de percibir y reaccionar ante variables de un tipo fundamentalmente diferente a las variables biológicas y físicoquímicas, variables que, por lo tanto, son legítimamente considerables como componentes del medio ambiente humano.

Los seres humanos difieren entre sí mucho más en sus dimensiones socioeconómico-culturales que en sus dimensiones biológicas. El hombre, considerado como organismo biológico, pertenece a una sola especie, y sus requerimientos biofísicoquímicos son muy semejantes en todos los grupos. En contraste, los componentes socioculturales relevantes pueden diferir bastante entre diferentes grupos humanos y organizaciones sociales, y es entonces explicable que diferentes sociedades adjudiquen diferentes valoraciones a ciertos aspectos del medio ambiente.

Nuestras percepciones y capacidad de regulación determinan los métodos que utilizamos y las soluciones que vemos. No es entonces casual que en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en Estocolmo, se hayan evidenciado dos posiciones fundamentales sobre el problema ambiental. La primera posición, originada principalmente en los países industrializados, enfatizó el peligro de la ruptura del equilibrio ecológico global, y planteó soluciones drásticas incluyendo la detención del crecimiento económico, la revisión de los estilos de producción y consumo, y la contención compulsiva del crecimiento demográfico. Por otra parte, los países en desarrollo enfatizaron la dimensión social del tema, reafirmando que para estos países, el problema de la calidad de la vida y aún de la vida misma, ergo, la problemática ambiental, depende en forma directa de su propia condición de subdesarrollo. También destacaron que una reducción total del ritmo de crecimiento económico sólo podía resultar en la consolidación de una situación de injusticia relativa en la distribución de los recursos y de las oportunidades en el mundo, situación política y socialmente inaceptable (CEPAL, 1976).

Se ha argumentado (Herrera et al, 1977) que la catástrofe profetizada por ciertos modelos y teorías originadas en los países industrializados, es hoy una realidad cotidiana para una gran parte de la humanidad. El hambre, la ignorancia, la muerte prematura, la falta de viviendas adecuadas, etc. es el destino compartido hoy por un enorme número de habitantes de los países en desarrollo.

Dada esta situación, no es de extrañar que la percepción y valoración de los problemas ambientales pueda diferir grandemente en diferentes conjuntos sociales. Es que aparecen problemas ambientales que son típicos del subdesarrollo, y problemas típicos del hiperdesarrollo, y también del desarrollo no balanceado. Y es natural que el énfasis relativo otorgado a las diferentes variables ambientales difiera en los diferentes grupos humanos, aunque muchos de los problemas sean comunes a todos ellos.

Es también muy comprensible que ciertas posiciones extremas hayan llevado a crear un cuerpo de opinión preconizando la incompatibilidad intrínseca entre el desarrollo económico y la preservación del medio ambiente, lo que haya movido naturalmente a los países en desarrollo a expresar a veces cierta falta de interés y aún recelo frente a la problemática ambiental. Si bien en la Conferencia de Estocolmo se llegó a un acuerdo unánime sobre la compatibilidad entre desarrollo y calidad ambiental (CEPAL, 1976), es posible aún hoy detectar una aparente ~~antinomía~~ antinomia en muchas declaraciones y sobre todo, en acciones, de diferentes gobiernos.

Parece claro hoy que el desarrollo socio-económico no implica necesariamente un aumento del deterioro ambiental (Herrera et al, 1977, CEPAL, 1976). Pero es igualmente claro que ciertos estilos de desarrollo, producción y consumo, son intrínsecamente incompatibles con la preservación del medio ambiente (o, al menos, funcionan como si lo fueran). Tal como se menciona en el informe de CEPAL (1976), el objetivo del desarrollo socio-económico es, o debería ser, en última instancia, el mejoramiento sostenido de la calidad de vida de los seres humanos. El desarrollo requiere de la utilización del medio ambiente (espacios, recursos naturales, etc.). Dado que la calidad del medio ambiente es un elemento constituyente de la calidad de vida, se hace evidente la necesidad de un marco conceptual que integre las consideraciones ambientales, en forma positiva, con el proceso de desarrollo socio-económico. Los países en desarrollo tienen problemas ambientales derivados directamente de la pobreza y subdesarrollo, pero también problemas de deterioro ambiental derivados del estilo de desarrollo seguido, y aún problemas ambientales, particularmente en las grandes zonas urbanas, deri-

vados del hiperdesarrollo relativo. Si además se reconoce que ciertos tipos de deterioro ambiental pueden llegar a afectar y frenar directamente el proceso mismo del desarrollo, como es el caso del deterioro de los suelos agrícolas, la desertización, la erosión, etc., la necesidad de un marco conceptual general se hace más palpable. Un marco conceptual que incluya este aspecto de la problemática e intereses de los países en desarrollo, si es adecuado y si también es compartido y aceptado, debería ser capaz de generar nuevos enfoques y metodologías, más adecuadas que las existentes, para resolver los problemas del desarrollo y del medio ambiente conjuntamente. Estos marcos conceptuales, conjuntos de creencias articuladas, patrones aceptados y compartidos y criterios para seleccionar problemas, han sido denominados paradigmas por Kuhn (1962), en el marco de la actividad científica.

Es pertinente ahora plantearse las preguntas: ¿Son los paradigmas actuales los más adecuados para resolver el problema del medio ambiente en los países en desarrollo? ¿Es posible llegar a plantear un paradigma único adecuado para enfocar el problema ambiental en todos los sistemas sociales, o se hace necesario elaborar paradigmas diferentes para diferentes condiciones de desarrollo? ¿Es posible, hoy, esbozar un paradigma adecuado para las condiciones de los países en desarrollo, aceptable y compartible por los mismos?. No tenemos la pretensión de responder a tales preguntas en este trabajo: aquí sólo intentaremos distinguir paradigmas fundamentales y sus consecuencias en el marco de referencia de la evaluación del impacto ambiental.

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Un impacto ambiental (Munn, 1975), es el cambio neto (positivo o negativo) sobre el bienestar y salud humanos (y de los ecosistemas de los cuales éstos dependen) que resulta de los efectos ambientales producidos por las acciones humanas. Las acciones humanas incluyen legislaciones, políticas, programas, proyectos y procedimientos operativos. El impacto am-

biental se refiere a la diferencia en la calidad del medio ambiente que existiría con y sin la acción o acciones consideradas (Figura 1).

Un indicador de impacto es una variable o parámetro que provee una medida (aunque sea cualitativa) de la magnitud del impacto ambiental.

La evaluación del impacto ambiental (EIA) se define como una actividad dirigida a identificar y predecir el impacto de las acciones humanas sobre la salud y bienestar del hombre, y a interpretar y comunicar la información acerca de los mismos. Representa una actividad específica dentro de una gama de actividades de planificación.

La planificación integral incluye todas las actividades involucradas en la planificación regional y nacional para el futuro, representando el concepto más amplio dentro del contexto que se está discutiendo. La planificación ambiental es más específica, incluyendo todas las actividades de la planificación integral que están relacionadas con la preservación o mejoramiento de la calidad ambiental. La evaluación ambiental, finalmente, se define como todas las actividades de planificación ambiental relacionadas con la evaluación de la calidad del medio ambiente, tanto en su estado natural como en sus estados perturbados.

Es claro que la EIA es una actividad que puede involucrar investigaciones científicas, pero es esencialmente una actividad dirigida a la toma de decisiones. Por lo tanto, el tipo de investigaciones ecológicas, sociológicas, económicas, etc., puede diferir, y en general difiere fuertemente, del patrón de investigaciones de tipo académico que se realizan normalmente en las universidades e institutos de investigación.

Las características y limitaciones institucionales en todos los países en general, y de los países en desarrollo en particular, usualmente plantean una serie de fuertes condicionantes sobre el proceso de la EIA. Algunos de los condicionantes más usuales son la gran urgencia en proveer una respuesta, la escasez de información preexistente y de los recursos humanos, de equipamiento y financieros disponibles, la ambigüedad en los

objetivos e implementación de los proyectos y acciones cuyo impacto ambiental se pretende evaluar, y las dificultades de coordinación entre instituciones.

Parece claro entonces que, sea o no deseable, en el mundo actual una de las características fundamentales de la EIA típica incluye la necesidad de efectuar recomendaciones para la toma de decisiones en condiciones de información incompleta y por lo tanto con un margen de incertidumbre no siempre acotable.

Esto se hace más evidente si se considera que la evaluación se refiere a acciones humanas que, usualmente, representan una perturbación más o menos intensa sobre el sistema de que se trate, muchas veces de un tipo cualitativamente distinto a las perturbaciones que el sistema haya sufrido en su historia pasada. Las consecuencias obvias de este hecho es que el comportamiento histórico del sistema no es necesariamente un buen indicador de su comportamiento futuro, bajo las nuevas y a menudo especiales perturbaciones originadas por las acciones humanas.

En síntesis, planteado en términos cibernéticos, el problema de la EIA consiste en predecir el futuro de una caja negra (o translúcida) representada por el sistema ambiental considerado, de organización v/o comportamiento desconocido o parcialmente conocido. La predicción, además, debe ser adecuada para la adopción de decisiones cuyas consecuencias pueden comprometer el futuro de una zona o de una región. Además, todas las restricciones y condicionantes mencionados antes forman parte del universo del problema.

En este tipo de situaciones cobran particular relevancia los marcos conceptuales, preconceptos y suposiciones compartidas sobre la organización y comportamiento del sistema. Si bien los paradigmas influyen todo tipo de interpretación de los fenómenos del universo, cuando más escaso y parcial sea el conocimiento fáctico de los sistemas en consideración, tanto mayor será la tendencia a reemplazar los huecos de información por los preconceptos predominantes, lo que, llevado al extremo, podría conducir a efectuar la evaluación del impacto ambiental referido a un sistema totalmente irreal. En términos clínicos, esto es equivalente a una situación de delirio.

ESTRUCTURA CAUSAL DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES. DOS PARADIGMAS ALTERNATIVOS.

Con respecto a la interpretación conceptual de la estructura causal de los sistemas ambientales, interpretación que necesariamente afectará a la visión de los problemas y las metodologías elegidas, es posible distinguir dos paradigmas fundamentales. Esta distinción es muy esquemática e incluso con visos de caricatura, pero es útil para destacar algunos aspectos críticos. Si bien es improbable que tales paradigmas hayan sido utilizados total y explícitamente como será presentado aquí, es probablemente cierto que a menudo algunos de los elementos de ellos han aparecido implícitamente en muchos de los esquemas operativos clásicos de la EIA.

Es una conjetura interesante, que sería prematuro desarrollar aquí, el que, si bien las teorías básicas, el acopio de información y los primeros gritos de alerta sobre los problemas ambientales, particularmente en sus dimensiones naturales, han sido desarrollados fundamentalmente por los ecólogos, en el diseño de los procedimientos de la EIA el rol de los ingenieros, urbanistas, geógrafos, economistas y planificadores ha predominado históricamente sobre el de los ecólogos. De aceptarse esta conjetura como hipótesis de trabajo, sería posible en principio mapear parcialmente los paradigmas sobre el contexto de estas diferentes disciplinas.

A continuación se hará una caracterización esquemática de los dos paradigmas fundamentales. La caracterización incluye conceptos desarrollados por el autor de este trabajo, además de ideas presentadas en el estudio interdisciplinario de Yorke et al (1977), en el cual participó el autor.

Paradigma A

Algunos de los principales conceptos adjudicables dentro de este paradigma son:

1. La estructura causal de los sistemas ambientales es interpretable como constituida por una serie de cadenas de causa-efecto, sin o con

poca interacción entre las mismas (Figura 2). Una consecuencia natural de esta conceptualización de la realidad es que favorece la tendencia a analizar las cadenas causales aisladamente, una por una, para tratar de definir el impacto de cada acción. Dado que el sistema ambiental es visualizado como compuesto por una serie de cadenas paralelas aisladas, es lógico suponer que, controlando algunos de los factores generadores de impacto en, digamos la cadena número k , el impacto global será reducido. Evidentemente en este tipo de mundo, no se esperan efectos contraproducentes debidos a las medidas adoptadas. Por otra parte, al aceptar el concepto de cadenas causales aisladas, se hace tentador el suponer que el mismo proceso puede ser representado por la misma cadena causal en diferentes sistemas, regiones o países, sin considerar la posibilidad que la misma acción produzca diferentes efectos en diferentes sistemas, o aún en el mismo sistema en momentos distintos.

2. Las relaciones entre los elementos de los sistemas ambientales son, o pueden ser consideradas, lineales. Esto implica que si una acción humana de una intensidad "x" produce un impacto de intensidad "y", al duplicar la intensidad de la acción se duplica la intensidad del impacto. (O sea, $y = f(a x) = a f(x)$, donde a es una constante).

También implica que el efecto de diferentes acciones sobre el mismo impacto es aditivo, o sea, que $y = h(x, z) = f(x) + g(z)$, donde x, z son dos acciones diferentes. Las consecuencias de este razonamiento sobre la elección de procedimientos de EIA son evidentes.

3. Las relaciones básicas entre las variables o elementos de los sistemas ambientales son consideradas como monotónicas (no crecientes o no decrecientes, Figura 3). Naturalmente, la suposición de linealidad implica la de monotonicidad. Pero a veces se supone la existencia de relaciones no lineales, pero de tipo monotónico. La suposición de monotonicidad implica, por ejemplo, que si un aumento en la intensidad de la acción "x" produce una disminución de la intensidad del impacto "y", un aumento posterior de "x" producirá una mayor disminución en "y", o, por lo menos, no producirá un aumento en "y". La consecuencia

lógica de esta suposición es la adopción del punto de vista que, si un poco de "x" es bueno, mucho de "x" es siempre mejor. Esta suposición específica ha llevado en el pasado a problemas como el de la hiperfertilización de algunos cultivos, causando la disminución de rendimientos y problemas ecológicos conexos, y a problemas de excesiva aplicación de insecticidas, con el resultado aparentemente paradójico del aumento del riesgo de la destrucción de los cultivos por las plagas, por eliminación de depredadores y desarrollo de resistencia por parte de las especies dañinas.

4. Los sistemas ambientales se comportan básicamente de manera continua. La suposición de continuidad implica que los sistemas ambientales cambian su comportamiento de manera gradual, si las acciones humanas a las cuales responden son también aplicadas de manera gradual. En otras palabras, una secuencia de cambios pequeños en las acciones producirá una secuencia de pequeños cambios en los impactos. Este punto de vista favorece el enfoque incremental en la resolución de problemas ambientales, basado en una corriente continua de decisiones menores, y es esencialmente un enfoque "miope" o de corto plazo, basado en prueba y error (Biswas, 1975).
5. Los impactos de las acciones humanas alcanzan su máxima intensidad cerca del lugar donde se producen las acciones y sus efectos disminuyen gradualmente con la distancia (Figura 4). Este punto de vista está muy relacionado con la suposición de continuidad. La consecuencia obvia de esta suposición se hace evidente en el momento de adjudicar límites al área a ser considerada para la evaluación del impacto de las acciones humanas. A menudo no se presta atención a la posibilidad de que algunos impactos se hagan sentir en lugares muy alejados de la fuente de los mismos.
6. Los impactos de las acciones humanas aparecen inmediatamente y cambian gradualmente en el tiempo. Este punto de vista también está relacionado con la suposición de continuidad, y puede llevar a considerar

que si un impacto no se hace evidente inmediatamente después de una acción, esa acción no produce impacto, o que aún si los impactos aparecen imprevistamente, pueden ser detectados inmediatamente y hay tiempo para remediarlos.

7. Los sistemas ambientales son globalmente estables, o sea que poseen una única trayectoria de equilibrio, la cual tienden a alcanzar. Esta suposición puede representarse por la siguiente analogía: si se supone que el estado del sistema ambiental se simboliza por la posición de una esfera sobre una superficie, la hipótesis de estabilidad global implica que el sistema ambiental posee sólo una trayectoria de equilibrio estable y que, en ausencia de otras fuerzas que actúen sobre el estado del sistema, el mismo se moverá a lo largo de esa trayectoria (Figura 5). Naturalmente, el caso de un punto de equilibrio hacia el cual tiende el estado del sistema es un caso particular de trayectoria de equilibrio. La suposición implica que, si el estado del sistema es perturbado de su trayectoria de equilibrio, al cesar la perturbación, tenderá a alcanzar nuevamente la misma.

La consecuencia práctica de este punto de vista es que cualquier impacto en el sistema ambiental producido por las acciones humanas, ya sea pequeño o grande, es en principio reversible, ya que, una vez cesada la perturbación, el sistema tenderá a volver a su condición de equilibrio. Ello implicaría que es siempre posible perturbar los sistemas ambientales, con la seguridad que, si se descubre posteriormente que el impacto es muy perjudicial, es posible suspender las acciones que lo generaron, y el sistema se recuperará. La única preocupación sería en este caso, el tiempo que tarde el sistema en retornar a su condición de equilibrio. Este punto de vista favorece el enfoque de prueba y error en relación a la EIA, al suponer que los impactos son siempre reversibles. También favorece el enfoque incremental a la solución de los problemas ambientales, a través de suponer que si el sistema se recupera de la perturbación producida por una acción humana de baja intensidad, también se recuperará aunque aumente la intensidad

de la acción, independientemente de la historia de perturbaciones sufridas por el sistema en el pasado.

8. Los sistemas ambientales no perturbados por el hombre se caracterizan por ser relativamente constantes en cuanto a sus atributos fundamentales. Este punto de vista, ejemplificado en la forma en que a veces ha sido usada popularmente la frase "equilibrio de la naturaleza", puede llevar a plantear como meta el logro de la constancia del ambiente, en la misma manera en que se busca la estabilidad económica y social, y a considerar como indeseable todo tipo de variabilidad ambiental.

Paradigma B

Los conceptos incluíbles dentro de este segundo paradigma, varios de los cuales han sido desarrollados durante el estudio interdisciplinario de Yorke et al (1977), serán esbozados con referencia a los del primer paradigma ya explicitado.

1. La estructura causal de los sistemas ambientales debe ser interpretada como constituida por una red interconectada de cadenas de causa-efecto, incluyendo un número de relaciones de retroacción, tanto positivas (circuitos explosivos del tipo círculo vicioso) como negativas (circuitos auto-reguladores), tal como aparece esquemáticamente en la Figura 6. Es evidente que en esta situación, el comportamiento de un elemento o proceso específico depende tanto de sus propiedades inherentes como de sus interacciones con los otros elementos del sistema, o sea de su posición en la red de relaciones causales.

La consecuencia principal de esta conceptualización es que implica la necesidad de utilizar un enfoque integrado del problema, incluyendo la identificación de los principales componentes y particularmente de sus interacciones, previo a la decisión de cuál es el mejor curso

de acción para evaluar y/o minimizar el impacto ambiental de las acciones humanas. Es fácil ver, de acuerdo a la Figura 6, que si se consideran los efectos de las acciones humanas de manera aislada, el intento de reducir el impacto de una de las acciones puede afectar al resto del sistema de maneras inesperadas y a veces contraproducentes, tal vez generando un impacto más grave que el que se intentaba eliminar.

Dado que el comportamiento de una parte del sistema depende también del comportamiento del resto del mismo, se desprende que el mismo proceso o elemento puede tener un comportamiento muy diferente en diferentes sistemas, y en el mismo sistema en diferentes momentos.

Una variante patológica de este punto de vista es la de que "todo está conectado con todo", y que, cualquier modificación de cualquier elemento de un sistema ambiental repercutirá en todos los demás elementos. Este punto de vista puede acarrear dos consecuencias principales: o bien renunciar a comprender la estructura causal de los sistemas ambientales, considerando el problema como insoluble, o llevar a exigir que todo EIA esté basado en una lista exhaustiva de todos los elementos del sistema y todas sus interacciones. De acuerdo al conocimiento ecológico actual (Vorque et al, 1977), es aparente que en los sistemas naturales se desarrollan mecanismos que tienden a reducir la dependencia e interconexiones entre elementos, relativamente al número de conexiones posibles. En los sistemas ambientales, se pueden detectar generalmente subsistemas o subconjuntos de elementos fuertemente interconectados internamente, pero laxamente conectados o desconectados de otros subconjuntos. Dentro de este contexto, cobra mucha mayor relevancia la determinación de la estructura de conexiones del sistema ambiental que la lista exhaustiva de elementos (especies, etc.) característica en muchos procedimientos de EIA. Aún determinaciones cualitativas de cuáles son las conexiones entre los elementos o subsistemas, pueden ser mucho más relevantes para la EIA, usando un enfoque integrado, que los grandes catálogos de elementos.

2. Las relaciones básicas entre los elementos de los sistemas ambientales son a menudo no lineales. En otras palabras, si "x" es la intensidad de una acción humana, y la intensidad del impacto es "v", al duplicar "x" no necesariamente se duplica "v". (En general $y = f(a x) \neq a f(x)$). Además, el efecto de diferentes acciones sobre el mismo impacto no necesariamente es aditivo, y por lo tanto $y = h(x, z) \neq f(x) + g(z)$. Un ejemplo sencillo es el caso en que $v = h(x, z) = f(x) \cdot g(z)$: si $f(0) = g(0) = 0$, el aumento de intensidad de cualquiera de las acciones "x" o "z" no tendrá un efecto detectable si una de las dos acciones está a nivel cero. Pero si "x" y "z" son mayores que cero y, según sea la forma de las funciones $f(x)$ y $g(z)$, el impacto puede ser explosivo. Muchos de los efectos sinérgicos en ecología, economía y sociología están relacionados a este tipo de situación.

3. Las relaciones básicas entre los elementos de los sistemas ambientales son a menudo, además de no lineales, no monotónicas (Figura 7). Ello implica que el efecto de una acción dada sobre el medio ambiente puede variar fuertemente de acuerdo al nivel de la acción, incluso revirtiendo la dirección del efecto. (Un aumento en la intensidad de "x" puede producir un aumento en "v" si la intensidad de "x" es baja, y una disminución de "v" cuando la intensidad de "x" es alta). La consecuencia práctica de este punto de vista es que a menudo no es posible definir simplemente el sentido del efecto de una acción sobre el sistema, ya que éste puede depender de la intensidad de la acción.

4. Los sistemas ambientales presentan frecuentemente discontinuidades, límites y umbrales. La existencia de estas propiedades implica que el comportamiento de los sistemas ambientales es capaz de exhibir cambios drásticos y repentinos en ciertas condiciones. Por ejemplo, el impacto de una acción puede ser despreciable cuando la acción tiene una intensidad por debajo de un cierto umbral, pero, si la intensidad de la acción alcanza un valor crítico, puede repentinamente desencadenarse un proceso de cambio acelerado. En otras palabras, en ciertas condiciones, una secuencia de pequeñas acciones puede desen-

cadenar repentinamente un fuerte impacto, no detectable en base a la respuesta del sistema a las acciones previas. En estas condiciones, el enfoque incremental en la resolución de los problemas ambientales puede llegar a producir efectos catastróficos, si no está acompañado de una adecuada comprensión de la estructura del sistema.

5. Los impactos de las acciones humanas pueden aparecer en lugares alejados de donde se producen las acciones, a veces sin una relación obvia con la distancia (Figura 8). Los fenómenos de transporte (hídrico, atmosférico, humano, económico, energético, biológico, etc.) pueden influir fuertemente en la localización de los impactos. Por ejemplo, Raboport et al (1976) han demostrado que la distribución de fitonutógenos en el mundo muestra una influencia de las rutas comerciales presentes y pasadas que es más fuerte que las relaciones de cercanía entre regiones afectadas. Un ensayo de conceptualización general de este tipo de fenómenos aparece en Gallopín (1976). La consecuencia práctica del reconocimiento de la existencia de este fenómeno radica en la necesidad de tener presente la posibilidad de impactos importantes fuera de los límites espaciales adjudicados al sistema analizado.

 6. Los impactos de las acciones humanas pueden evidenciarse con un considerable retraso en el tiempo, y pueden variar gradualmente o en forma discontinua. En otras palabras, a veces los impactos potenciales pueden ser "acumulados" sin ser detectados y emerger inesperadamente en el futuro. En un ejemplo citado por Gallopín (1977), sobre un experimento de deforestación en una cuenca boscosa de EEUU, la erosión del suelo no fué detectable hasta dos años después de aplicado el tratamiento; a partir de ese momento, la erosión, en forma más o menos repentina, comenzó a aumentar de manera exponencial. La necesidad de tomar en cuenta la posibilidad de impactos retardados en el tiempo en la EIA es una consecuencia obvia de la discusión anterior.
-

7. Los sistemas ambientales a menudo son poliestables, o sea que poseen más de una trayectoria de equilibrio estable (Holling, 1973). Utilizando la misma analogía que en la discusión del primer paradigma, la superficie sobre la que se mueve el sistema se podría representar como en la Figura 9. En esta situación, es fácil ver que, si el estado del sistema se encuentra dentro de una de las dos cuencas o dominios de estabilidad, tenderá a moverse a lo largo de su trayectoria de equilibrio. Si el estado del sistema es desplazado de su trayectoria de equilibrio, por ejemplo debido a una acción humana, tenderá a volver a la misma, siempre que el desplazamiento no sea demasiado grande (y también según la dirección del mismo). Sin embargo, si la perturbación es suficientemente grande, y en la dirección del otro dominio de equilibrio, llegará un momento en que el estado del sistema no tenderá a volver a su trayectoria original, sino que caerá en el nuevo dominio de estabilidad, y tenderá a permanecer en él.

Esto implica la posibilidad de un cambio catastrófico del modo básico de comportamiento del sistema. Y lo que es más importante, es que no sólo este comportamiento puede ser desencadenado por perturbaciones fuertes, sino que aún pequeñas perturbaciones pueden hacer "caer" al sistema en un nuevo dominio de estabilidad, si el estado del mismo se encontraba cerca del límite divisorio entre dominios, ya sea naturalmente, o debido a una serie de pequeñas perturbaciones sucesivas anteriores.

La consecuencia práctica de este punto de vista es que se vuelve de capital importancia el intentar de determinar cuán cerca está el estado del sistema de una divisoria entre dominios de equilibrio, y el tener en cuenta que aún pequeñas perturbaciones pueden llegar a producir cambios cualitativos irreversibles en el comportamiento de los sistemas ambientales. Esto es importante tanto si se considera que el nuevo dominio de estabilidad es más conveniente que el actual, como si es más perjudicial. En estas condiciones, el enfoque de prueba y

error puede tener consecuencias irremediables, o muy costosas de revertir.

8. Los sistemas ambientales no perturbados por el hombre son aquellos que fueron capaces de absorber y adaptarse a toda una serie de perturbaciones naturales que actuaron permanentemente sobre ellos (sequías, inundaciones, cambios climáticos y geológicos, etc.). Debido a las perturbaciones y a su propia dinámica interna, los sistemas ambientales se caracterizan no por su constancia, sino por la variabilidad (cambios permanentes en el número de individuos, en las condiciones de equilibrio, en los elementos y relaciones constituyentes). Esta variabilidad dinámica es una característica esencial de la mayoría de los sistemas ambientales, y está relacionada con la generación y mantenimiento de su capacidad de recuperación ante las perturbaciones (resiliencia - Holling, 1973), y al desarrollo de la flexibilidad necesaria para adaptarse ante diferentes condiciones. En este sentido la variabilidad puede ser considerada la fuente de la viabilidad de estos sistemas.

La consecuencia práctica de este punto de vista es que las acciones humanas que llevan a "inmovilizar" los sistemas ambientales, en el sentido de mantener constancia en sus variables, o hacerlas más estáticas, puede llevar a la pérdida de la resiliencia y volverlos cada vez más frágiles y vulnerables ante futuras perturbaciones.

La discusión anterior representa una síntesis apretada de algunas de las características más importantes adjudicables a uno u otro paradigma esquemático. En la realidad, a menudo los marcos conceptuales subyacentes en las aplicaciones de EIA exhiben una mezcla de componentes de ambos paradigmas. En la Tabla I se presenta una comparación resumida de los puntos de vista contrastantes.

TABLA I

PROPIEDADES DE LOS SISTEMAS AMBIENTALES

<u>Paradigma A</u>	<u>Paradigma B</u>
1. Estructura causal definible como cadenas relativamente aisladas	1. Estructura causal definible como una red interconectada
2. Relaciones entre elementos, lineales	2. Relaciones entre elementos, lineales y no lineales
3. Relaciones entre elementos, si no lineales, monotónicas	3. Relaciones entre elementos, monotónicas y no monotónicas
4. Comportamiento continuo	4. Comportamiento continuo v/o discontinuo
5. Impactos disminuyen con distancia a la fuente de perturbaciones	5. Impactos pueden no estar relacionados en forma simple con la distancia a la fuente
6. Impactos aparecen inmediatamente y varían gradualmente	6. Impactos pueden aparecer retardados en el tiempo y variar en forma repentina
7. Los sistemas ambientales son globalmente estables	7. Los sistemas ambientales son a menudo poliestables
8. Los sistemas ambientales naturales son relativamente constantes	8. Los sistemas ambientales naturales están en cambio permanente

ANALISIS CRITICO DE ALGUNAS DE LAS PRINCIPALES METODOLOGÍAS ACTUALES
PARA LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Los principales tipos de metodologías para la evaluación del impacto ambiental han sido descritas y discutidas recientemente por un grupo interdisciplinario (Munn, 1975). Aquí se discutirán brevemente en relación a su utilidad para la evaluación del impacto y en relación a los paradigmas discutidos.

1. La matriz de Leopold: consiste esencialmente en una matriz precodificada con 100 acciones humanas en las columnas y 88 "características" y "condiciones" ambientales en las filas. Para cada celda de la matriz, se anota la magnitud y la importancia de cada impacto posible en una escala de 1 a 10. La lista de categorías es parcial y heterogénea: las categorías no son mutuamente excluyentes, y es fácil contar dos veces el mismo impacto. La matriz es rígida, ya que a menudo no incluye aspectos del ambiente de importancia en evaluaciones específicas, ni posibilita variaciones en nivel de detalle.

Esta metodología claramente incluye en forma implícita varios de los conceptos correspondientes al paradigma A. Al considerar directamente los efectos de las acciones humanas sobre las "características" y "condiciones" ambientales, uno por uno, la metodología presupone la estructura causal del sistema como compuesta por cadenas relativamente aisladas. Las interacciones no son consideradas, excepto la posibilidad de que varias acciones diferentes sumen su impacto. También implica que las relaciones acción/impacto son lineales, o por lo menos, monótonas. En su forma original no incluye la consideración de la secuencia temporal de impactos, aunque en principio sería posible construir una serie de matrices ordenadas en el tiempo. Carece sin embargo, de capacidad para considerar la dinámica interna de los sistemas ambientales.

Su principal utilidad radica posiblemente en su uso como una lista de control para verificar que se consideraron todos los posibles impactos. Sin embargo, ésta no es exhaustiva, y es preferible en todo caso utilizar una matriz ad hoc incluyendo las acciones humanas y los posibles impactos sobre el ambiente físico de la región, como un paso inicial a la consideración de las interacciones, o bien una lista del tipo de la elaborada por Hagan y Roberts (1972).

2. Superposición de mapas: El método, en su forma más simple, se basa en preparar una serie de mapas transparentes del área afectada, representando en cada uno de ellos la distribución espacial de impactos del mismo tipo, a veces con una gradación según la intensidad del impacto. La superposición de los mapas permite determinar las áreas donde se concentran los impactos. Este método tampoco es útil para considerar las interacciones y la dinámica de los sistemas ecológicos. Puede sin embargo resultar muy útil en la detección de relaciones espaciales complejas, particularmente en combinación con un análisis dinámico de las interacciones. Este método también acenta implícitamente los tres primeros componentes del paradigma A.

3. El sistema de evaluación ambiental de Battelle: El sistema incluye una serie de componentes de calidad ambiental agrupados en cuatro categorías. Cada componente tiene asociado un conjunto de indicadores de impacto. Para cada indicador de impacto se desarrolla un índice de valores y ponderaciones adjudicadas en consulta con especialistas. La suma ponderada de los valores de los indicadores indica el impacto total del proyecto. El nivel de detalle puede ser elegido por el usuario.

Esta metodología tiene la misma deficiencia que las otras, en el sentido que no permite considerar interacciones dinámicas, y también acenta los mismos componentes del primer paradigma, aunque es en general, superior a las metodologías discutidas previamente, entre otras razones, porque alerta sobre la existencia de incertidumbres y la posibilidad de impactos extremos.

4. Modelos: Los modelos, considerados como representaciones aproximadas y simplificadas de la realidad, cuyos elementos e interrelaciones son de algún modo equivalentes a los elementos e interrelaciones del sistema real, pueden ser de muy diversos tipos. El rango va desde modelos conceptuales o diagramáticos, representando los procesos, elementos e interrelaciones en formas de cajas o figuras geométricas y flechas, hasta modelos matemáticos, donde los elementos son variables y las interacciones son funciones lógico-matemáticas, pasando por modelos físicos (ej.: circuitos eléctricos) y modelos a escala. La dinámica del sistema ambiental puede ser incluida en los modelos matemáticos de simulación, que describen el comportamiento del sistema en términos de eventos individuales de los componentes elementales del mismo a través del tiempo. Se pueden explorar las consecuencias de diferentes proyectos alternativos sobre el comportamiento del sistema.

Dada la complejidad y dinámica de los sistemas ambientales, los modelos de simulación representan probablemente la mejor herramienta disponible para la EIA. Los modelos de simulación pueden llegar a ser muy complejos y costosos, reflejando la complejidad de los sistemas ecológicos. Sin embargo, es a menudo posible obtener una evaluación útil del impacto sobre el ambiente utilizando modelos sencillos. En caso de detectarse situaciones potencialmente peligrosas, puede ser conveniente contemplar la elaboración de un modelo más sofisticado, junto con un programa de recolección de datos críticos. A un nivel preliminar con información escasa, se pueden utilizar técnicas de simulación cualitativa (KSIM, GSIM) (Yorque et al., 1977), que ayudan a descubrir los efectos de las interacciones y su transmisión en el tiempo. Otra metodología, descrita como "Simulación Simple" (Yorque, 1976), permite la construcción de modelos de simulación preliminares, condensando en muy corto plazo la información cuantitativa y subjetiva provista por un grupo de expertos y decisores. En general, los resultados producidos deben interpretarse más en términos de demostrar tendencias y posibilidades de impactos, que en términos de predicciones numéricas exactas. Los modelos de simulación sofisticados son potencialmente los más precisos y comple-

tos, aunque a menudo también su principal valor es indicativo en lo que se refiere a los impactos, y son mucho más costosos que los anteriores.

Una de las desventajas de los modelos de simulación consiste en la tentación de considerar los mismos, que siempre son incompletos y defectuosos, como la verdadera representación de la realidad, y sus resultados numéricos como más precisos y por lo tanto más confiables que conclusiones cualitativas obtenidas por otros medios. Otro peligro es la posible tendencia a incluir en el modelo solamente factores fácilmente cuantificables (a veces triviales) en detrimento de factores cualitativos o poco definidos, que pueden ser sin embargo muy importantes en el sistema real.

En todo caso, las técnicas de simulación matemática son hasta ahora las únicas adaptadas para tomar en cuenta las interacciones y dinámica de los sistemas ambientales, desde el punto de vista de la predicción de su respuesta frente a los impactos ocasionados por el hombre.

Sin embargo, es importante destacar que, aún cuando los modelos de simulación son claramente superiores en eficiencia y flexibilidad a las otras metodologías discutidas, la definición de la estructura básica de los mismos está condicionada por los paradigmas explícitos o implícitos sobre las características y propiedades de los sistemas ambientales. Por ejemplo, un número grande de modelos son de tipo lineal; muchos no incluyen retardos temporales ni la posibilidad de discontinuidades fuertes en el comportamiento; en muchos casos se acepta acríticamente la hipótesis de la dilución de impactos con la distancia y/o el tiempo, y muchos incluyen la hipótesis de estabilidad global de los sistemas ambientales, o bien no analizan para nada las propiedades de estabilidad de los mismos. La calidad de las predicciones de los modelos, así como la de cualquier metodología, depende fuertemente de la calidad de los supuestos básicos y su implementación. La diferencia con las otras metodologías discutidas, es que los modelos de simulación no están, en principio, precondicionados por uno u otro de los paradigmas mencionados.

LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL RECONSIDERADA.

Es ahora posible reexaminar el concepto de EIA incluyendo los elementos de las discusiones previas. Planteando algo más formalmente lo que se discutió en la sección sobre EIA, se puede considerar que el objetivo de la EIA es el siguiente:

Dado un conjunto de variables de acción (A), simultáneas o en una dada secuencia temporal, se quiere predecir el valor futuro, o la serie temporal de valores futuros, de un conjunto de variables de impacto (I). En otras palabras, el objetivo es mapear las variables de acción sobre las variables de impacto, de manera de poder evaluar el impacto de conjuntos alternativos de acciones a fin de adoptar decisiones. O sea, se pretende estimar las variables de impacto como una función de las variables de acción:

$$\underline{I} = F (\underline{A}) \quad (1)$$

Esta función F puede ser una función lógico-matemática compleja o puede ser tan simple como una tabla en la que, para cada acción o conjunto de acciones, se indica el impacto correspondiente. Si el sistema ambiental funciona de tal modo que, indefectiblemente, a cada conjunto \underline{A}^* corresponde un conjunto \underline{I}^* , el sistema se define como funcional (Gallopin, 1973), y el resultado de las acciones es independiente de los posibles cambios en las variables internas del sistema, las que, entonces, carecen de interés desde el punto de vista de la EIA.

Las metodologías de EIA del tipo de matrices de entrada/salida, incluyendo las matrices de Leopold, representan un intento de estimar directamente, en forma tabular, la expresión (1), y por lo tanto, no toman en cuenta las interacciones y dinámica internas del sistema.

Si se acenta que los sistemas ambientales están en permanente cambio y sus variables interactúan significativamente entre sí, el sistema no es definible como funcional. A cada conjunto \underline{A}^* de acciones pueden corresponderle diferentes conjuntos \underline{I} de impactos, según lo que ocurra

dentro del sistema. Si se considera que las variables internas del sistema interactúan entre sí, que las acciones afectan a las variables del sistema, y que estas variables afectan a los impactos, entonces es ineludible considerar explícitamente el estado del sistema (S) en cualquier intento de predicción de impactos. Esta situación se podría representar simbólicamente como sigue:

$$\underline{S} = f_1 (\underline{A})$$

$$\underline{S} = f_2 (\underline{S})$$

$$\underline{I} = f_3 (\underline{S})$$

Para evaluar los impactos de las acciones, se hace entonces necesario conocer las acciones y el estado interno del sistema; por lo tanto,

$$\underline{I} = G (\underline{A}, \underline{S}) \quad (2)$$

De las metodologías discutidas, los modelos matemáticos son los únicos ^{adecuados} para considerar explícitamente el estado del sistema. Ahora bien, si fuera posible conocer en cada momento el valor exacto de todas las variables del sistema, y de las variables de acción, sería posible, en principio, predecir exactamente su futuro y por lo tanto, los impactos de las acciones (Dejando de lado los problemas relacionados con el principio de incertidumbre a nivel micro). Sin embargo, todo modelo es una simplificación de la realidad; en el caso particular de los sistemas ambientales, dada su complejidad, la simplificación debe necesariamente ser muy fuerte, si el análisis pretende ser operativo.

Por lo tanto, una representación más correcta de la relación entre las acciones humanas y los impactos, debe tener en cuenta que existen procesos y fenómenos predictibles sólo en términos probabilísticos (fenómenos aleatorios), y que hay procesos y variables que no se toman en cuenta en la conceptualización del sistema, ya sea deliberadamente o por des-

conocimiento. Si se denota por \underline{E} el conjunto de variables aleatorias, por \underline{S}' el conjunto de variables del sistema no incluidas en el análisis, y por \underline{X} el conjunto de variables o factores desconocidos pero que eventualmente pueden afectar el comportamiento del sistema, se puede simbolizar la relación entre acciones e impactos como

$$\underline{I} = M (\underline{A}, \underline{S}, \underline{E}, \underline{S}', \underline{X}) \quad (3)$$

Los factores \underline{E} , \underline{S}' , \underline{X} representan, esencialmente, las principales fuentes de incertidumbre en toda EIA.

En la discusión llevada a cabo hasta ahora, se han enfatizado los conceptos y enfoques en cuanto a su capacidad de reducir la incertidumbre en las predicciones del impacto ambiental a través de una comparación más adecuada del comportamiento y propiedades de los sistemas ambientales. Pero es igualmente importante reconocer explícitamente la inevitable incertidumbre que siempre existirá en toda predicción de impacto, y en general, en todo intento de predicción del futuro de los sistemas ambientales. Este es el motivo principal de la próxima sección.

EL PROBLEMA DE LA INCERTIDUMBRE EN LA EIA.

El problema de la incertidumbre forma parte del núcleo del paradigma B, discutido anteriormente, y del enfoque adaptativo a la EIA presentado en Yorke et al (1977).

Es importante aceptar que la EIA no puede ser visualizada como un mecanismo de predicción rigurosa de los impactos ambientales de las acciones humanas. En primer lugar, como se dijo antes, el comportamiento histórico de los sistemas ambientales, en general no es un buen indicador de su comportamiento futuro frente a nuevas condiciones dadas por las acciones humanas. Si bien se pueden obtener algunas conclusiones generales del estudio previo del sistema y de situaciones similares, el sistema ambien-

tal post-proyecto es generalmente un nuevo sistema y su naturaleza no puede ser deducida simplemente analizando el sistema original. En segundo lugar, es imposible considerar o medir todo, y además, no es conveniente intentarlo. La principal incertidumbre en las predicciones no se debe a escasez de recursos, tiempo y posibles equivocaciones (aunque éstas en ciertas condiciones, particularmente en los países en desarrollo, suelen ser limitantes) sino a factores inherentes a todo EIA.

En primer lugar, los fenómenos aleatorios (E) involucran eventos que, si bien no se pueden predecir con exactitud, se pueden estimar en términos estadísticos, es decir, se puede definir su probabilidad de ocurrencia y sus efectos directos en caso de ocurrir. Esta incertidumbre y sus efectos puede ser incluida en modelos probabilísticos, y es la más fácil de manejar.

En segundo lugar, existen los eventos cuya posibilidad de ocurrencia puede ser tomada en cuenta, pero que se excluyen del análisis formal, ya sea porque no se conocen sus efectos directos y su probabilidad de ocurrencia, o porque se los considera a priori de importancia secundaria (S').

En tercer lugar, están los eventos o procesos desconocidos (X) que pueden aparecer en el futuro pero sobre los que se ignora prácticamente todo.

Por lo tanto, la incertidumbre en EIA se origina, no sólo por los fenómenos estocásticos incluíbles en principio en un modelo, sino, y principalmente, debido a los fenómenos (estocásticos o determinísticos) que no se consideran en el análisis. En toda EIA habrá elementos conocidos que se excluyen deliberadamente, y elementos desconocidos que se excluyen inevitablemente. Es posible en principio evaluar la importancia o las consecuencias de excluir los elementos conocidos, pero naturalmente no de los desconocidos. El hecho que haya eventos que no se conozcan o no se puedan predecir no modifica su gravedad o importancia, en caso que se produzcan.

El mensaje fundamental de esta discusión es que siempre existirá un alto porcentaje de incertidumbre en todo EIA, y que ello debe reconocerse explícitamente, ya que, si no se toma en cuenta la posibilidad de ocurrencia

cia de lo inesperado, las crisis futuras aumentarán en gravedad.

Las consecuencias prácticas de este reconocimiento explícito de la incertidumbre inherente en los sistemas ambientales, es que se evidencia la necesidad de desarrollar nuevos conceptos y marcos de referencia en relación al papel de la EIA y particularmente, al diseño de las actividades humanas de manera de desarrollar y mantener flexibilidad y capacidad de respuesta ante lo inesperado. En otras palabras, desplazar el énfasis actual sobre proyectos u actividades diseñados en base a una expresión de confianza en lo que va a ocurrir, hacia proyectos y actividades basadas en el reconocimiento de que muchas cosas que ocurrirán no serán previstas. Estos marcos de referencia y conceptos deberían incluir el concepto de la EIA como una actividad esencialmente adaptativa, un proceso continuo que no termina con la aprobación del proyecto o propuesta de actividades humanas a realizar, sino que incluye la vigilancia ambiental posterior al proyecto, como un componente esencial del manejo ambiental, manteniendo la posibilidad de efectuar acciones correctivas en el caso de evidenciarse efectos imprevistos. Otro aspecto poco explorado pero de enorme importancia potencial es el de diseños de proyectos adaptativos, estructurados de modo de mantener flexibilidad durante su implementación, a fin de poder modificar el proyecto en caso de evidenciarse problemas ambientales imprevistos, y minimizar el cierre de opciones futuras (Walters, 1975). Otra posibilidad a considerar es la de utilizar el proyecto mismo como un elemento experimental para obtener información acerca de posibles impactos. Una deliberada alteración menor del proyecto o de la secuencia de actividades puede revelar impactos negativos evitables antes de completar el mismo. Esto puede ser visto como ineficiencia, desde el punto de vista tradicional, pero en realidad, implica adjudicar un valor real a la información obtenida sobre el ambiente, lo que puede evitar costos futuros mayores.

En suma, se requiere una perspectiva que vea la incertidumbre como una faceta fundamental del medio ambiente, más que como una desagradable transición hacia una total certidumbre alcanzable. Existe un real compromiso entre el diseño de proyectos dirigidos a evitar el fracaso ("a salvo de fracaso") y el diseño de proyectos capaces de responder y funcionar en caso de fracaso ("a salvo con fracaso") (Yorque et al, 1977).

Un problema de particular importancia para los países en desarrollo se refiere a la necesidad de conceptualizar maneras "robustas" de evaluar y manejar el ambiente. En las condiciones de los países en desarrollo, a menudo los objetivos de los proyectos son implícitos, o varían repentinamente: la ejecución de los proyectos puede sufrir alteraciones por razones institucionales, las recomendaciones del proyecto o de la EIA a veces se cumplen sólo parcialmente, etc. Muchos proyectos perfectamente diseñados desde el punto de vista técnico pueden fallar debido a que su éxito depende de que se ejecuten todos los pasos, acciones y regulaciones previstos, y al cambiarse o no cumplirse alguna de las estipulaciones, el proyecto entero se inutiliza (Rabinovich, 1977).

Los enfoques que intenten considerar explícitamente la incertidumbre son probablemente de importancia particular para los países en desarrollo. Considerando la necesidad de un rápido desarrollo socioeconómico, la existencia en muchos casos de una gran cantidad de recursos naturales no explotados, y la disponibilidad en el mercado mundial de tecnologías para proyectos de gran escala, las incertidumbres involucradas son no sólo importantes, sino de naturaleza a menudo cualitativamente diferente a la de los países desarrollados. Este hecho, en combinación con la gran vulnerabilidad de importantes segmentos de la población, debido a la pobreza, deficiencias nutricionales, estructuras institucionales, magnifica la relevancia de la consideración explícita de las incertidumbres involucradas en las acciones humanas.

Por último, el problema del diseño de los modos operativos de llevar a cabo el proceso de EIA, en términos de diferentes posibilidades de estructurar equipos y estudios interdisciplinarios, y las secuencias de actividades a realizar (Yorque et al, 1977, Gallopín, 1977), y los esquemas posibles de planificación ambiental integrada (Gallopín, 1977), representan un área muy relevante, que no se desarrollará aquí.

CONCLUSION.

El área de la EIA, y los enfoques, metodologías y procedimientos para la resolución y prevención de los problemas ambientales está todavía en estado fluído. Se pueden reconocer diferentes puntos de vista y marcos conceptuales, todavía no consolidados definitivamente.

Dada la riqueza y diversidad de las diferentes situaciones económicas, sociales y culturales imperantes hoy en el mundo, lo que condiciona muchas percepciones distintas de los problemas, parece ser recomendable una exploración y generación explícita de marcos conceptuales en relación al medio ambiente, y a los modos alternativos posibles de resolución de los problemas ambientales, que sean adecuados a las diferentes condiciones de los países. Aún aceptando la posibilidad de la existencia de un paradigma de valor universal, es indispensable explorar las condiciones necesarias para su adecuada y efectiva implementación en las diferentes situaciones nacionales y regionales.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Andrewartha, H.G. y L.C. Birch. 1954. The distribution and abundance of animals. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Biswas, A.K. 1975. Mathematical modelling and environmental decision-making. *Ecological Modelling* 1: 31-48.
- CEPAL, 1976. El medio ambiente en América Latina. E/CEPAL/1018, Santiago, Chile.
- Gallopin, G.C. 1973. Análisis de Sistemas Ecológicos. Publ. N° 14. Dto. Recursos Naturales y Energía, Fundación Bariloche, Bariloche, Argentina.
- Gallopin, G.C. 1976. An unified conceptual framework for the relationship between impact location and distance to the source. Internal Report, Fundación Bariloche, Bariloche, Argentina.
- Gallopin, G.C. 1977. Los componentes biológicos de los sistemas ecológicos y las actividades humanas. Publ. N° 25, Dto. Recursos Naturales y Energía, Fundación Bariloche, Bariloche, Argentina.
- Hagan, R.M. & E.B. Roberts, 1972. Ecological impacts of water projects in California. I. Irrigation and Drainage Div., Proc. Amer. Soc. Civil Eng. pp 25-49. March.
- Herrera, A.O., G. Chichilnisky, G. Gallopin, J.E. Hardoy, D. Mosovich, E. Oteiza, G.I. de Romero Brest, H.D. Scolnik, C.E. Suarez, L. Talavera, 1977. Un Monde pour Tous. Le Modèle Mondial Latino-Americain. Presses Universitaires de France.
-

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems.
Ann. Rev. Ecol. Syst. 4: 1-23.

Kuhn, T.S. 1962. The structure of Scientific Revolutions. Univ. Chicago Press (Traducción en castellano del Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1971).

Munn, R.E. (ed). 1975. Environmental Impact Assessment: Principles and Procedures. SCOPE Report 5, Toronto, Canada.

Rabinovich, J.E. 1977. Planning and Ecological Risk in Relation to the Institutional Environment. Presentado ante el "International Working Seminar on Environmental Risk Assessment in an International Context: Emerging needs and a Suggested Procedure". Tihanyi, Hungría, junio 8-14, 1977.

Raponort, E.H., E. Ezcurra and B. Drausal. The distribution of plant diseases: a look into the biogeography of the future. J. Biogeography 3: 365-372.

Walters, C.J. 1975. Foreclosure of options in sequential resource development decisions. IIASA RR - 75 - 12. Laxenburg, Austria.

Yorque, R. (ed) / ¹⁹⁷⁶ Ecological and Resilience Indicators for Management. Progress Report. PR - 4. IARE, Univ. British Columbia, Vancouver, Canada.

Yorque, R. et al. 1977. Adaptive Impact Assessment. Workshop pre-prints. UNEP-IIASA-IARE.

Figura 1

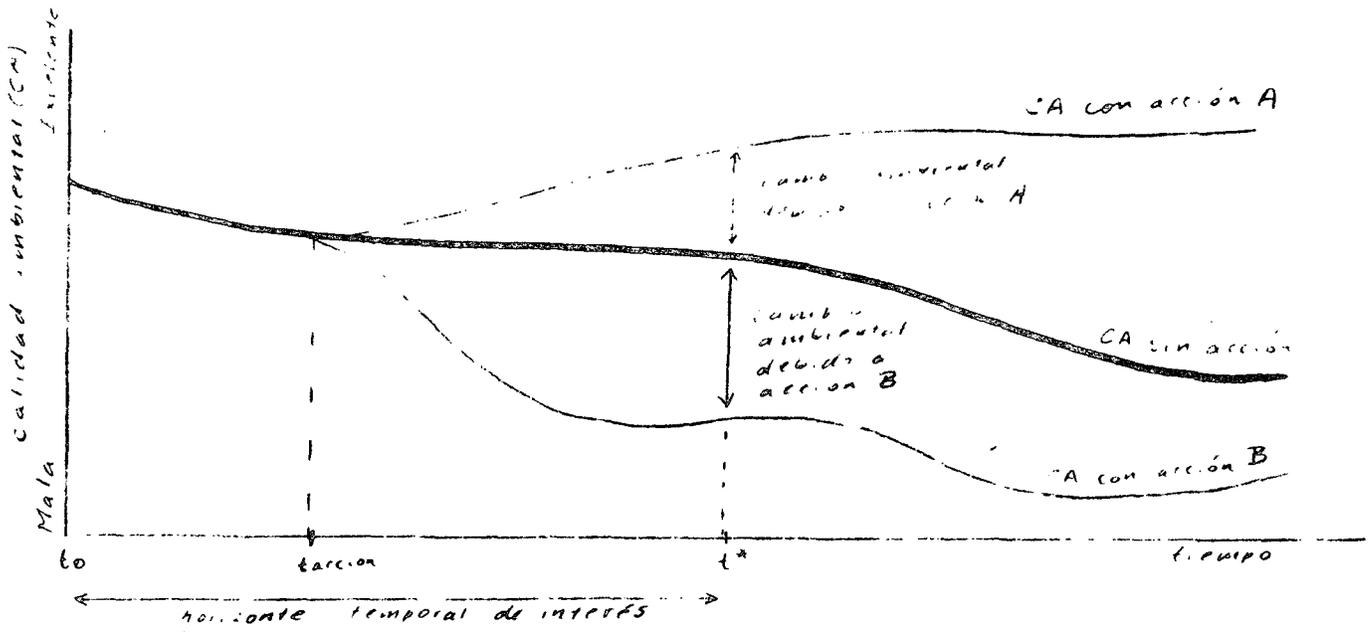


Figura 2

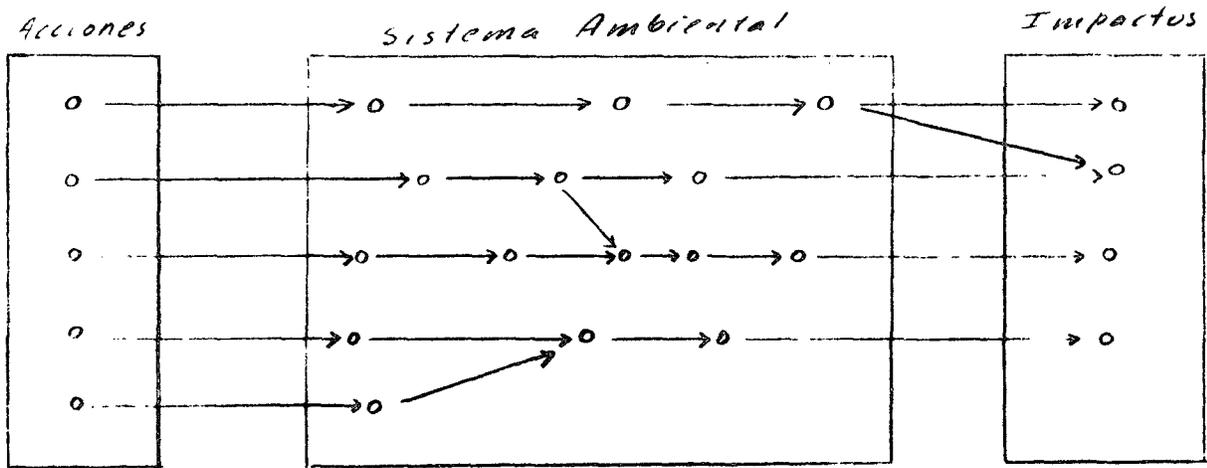
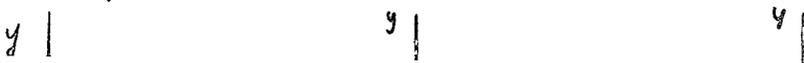


Figura 3

Algunas relaciones monotónicas (las dos primeras, lineales)



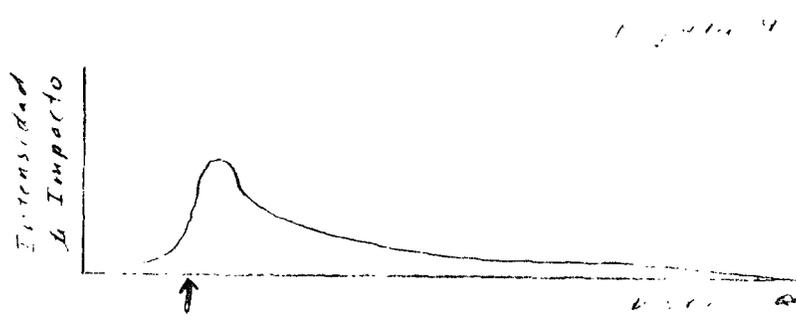


Figura 5

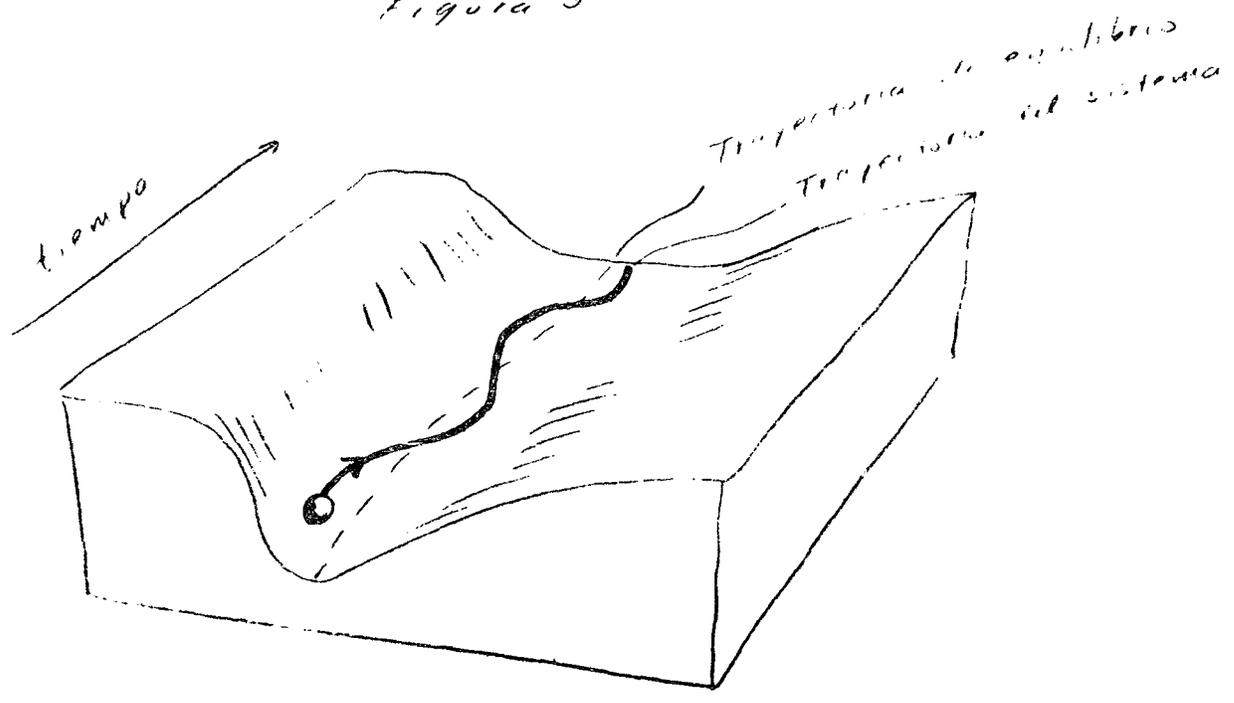


Figura 6

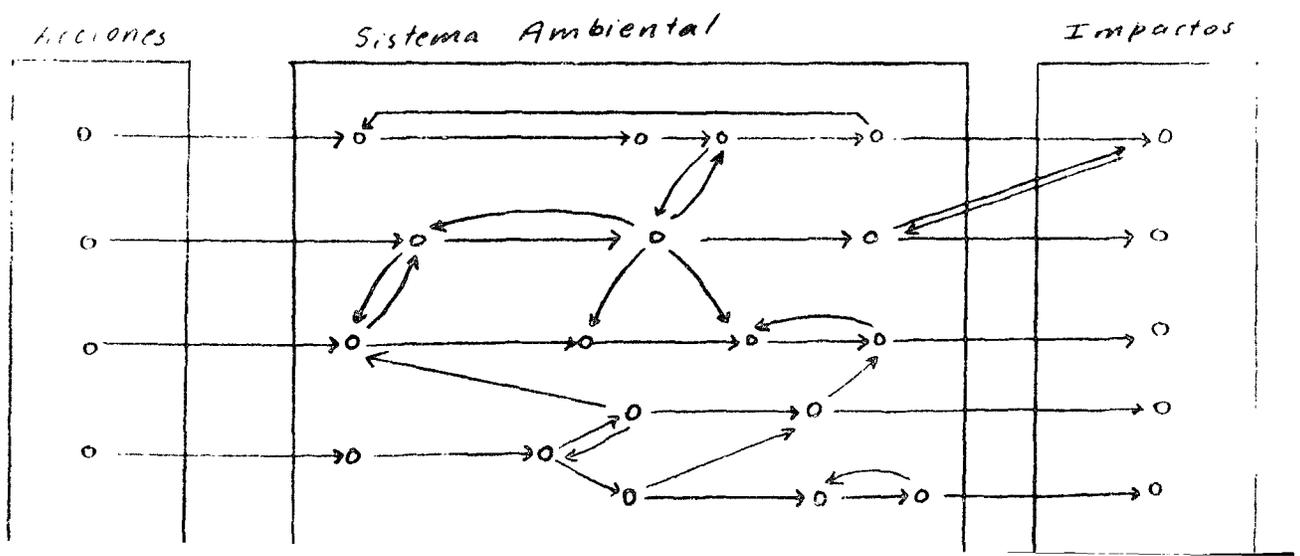


Figura 7
 algunas relaciones no monotónicas

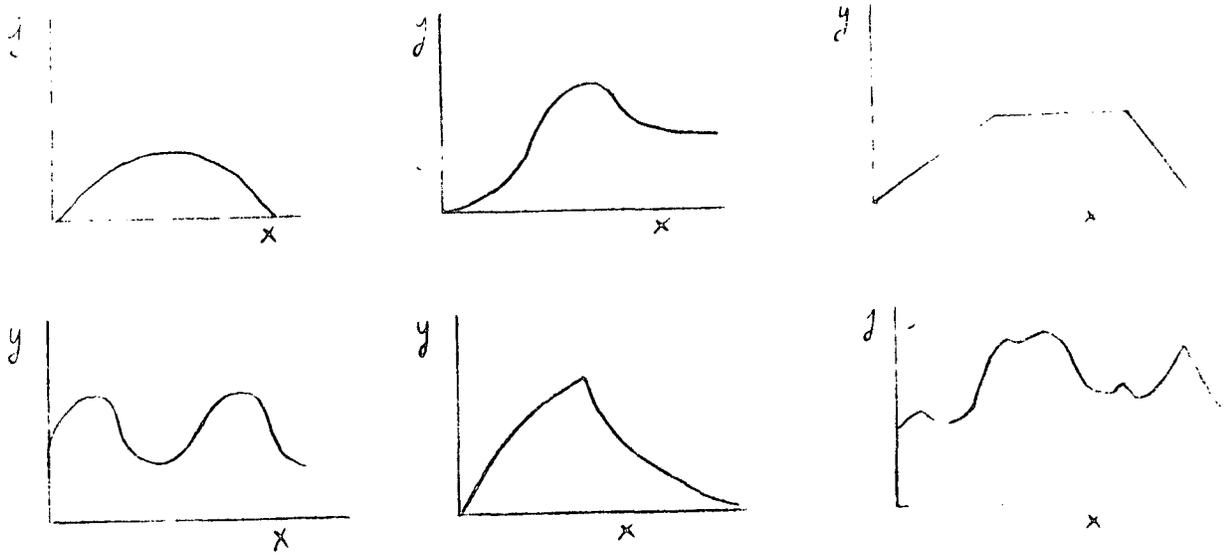


Figura 8

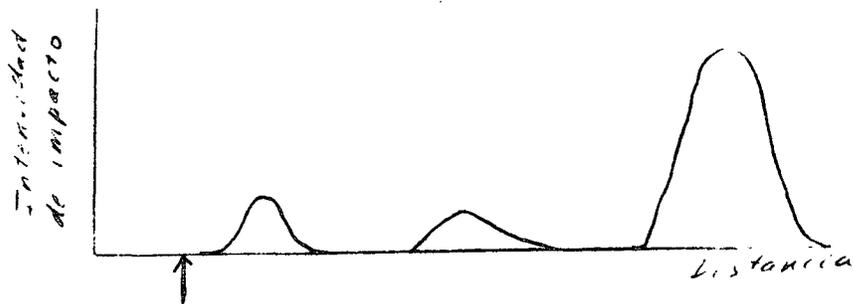
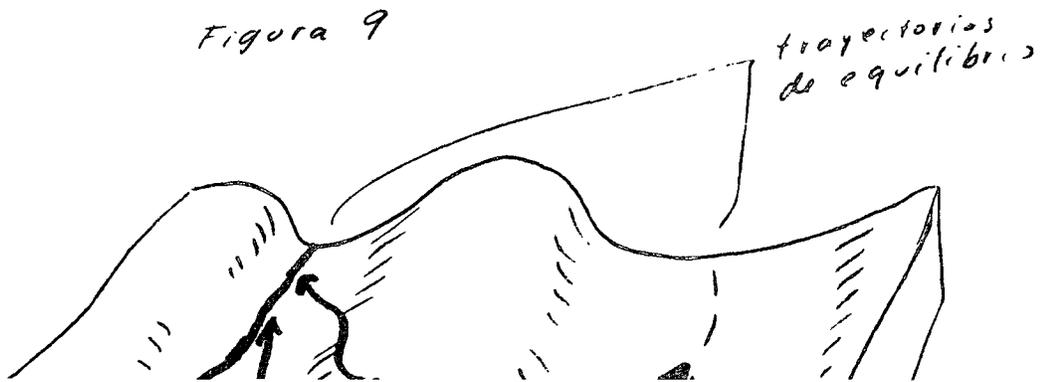


Figura 9





1

