

# EL TIEMPO EN EL ECOSISTEMA PREDIAL Y COMUNAL\*

Alfredo Erlwein y Juan Gastó

## Resumen

Se discute acerca de los distintos tiempos que presentan los diferentes componentes del ecosistema y cómo este último los integra a todos. A su vez, se estudia el tiempo relevante del hombre como interventor e integrante del ecosistema. El trabajo se divide en cinco capítulos. En los dos primeros se aborda el concepto de tiempo y su fenomenología, en el tercero se trata el problema del hombre como observador y a la vez actor en la temporalidad. Finalmente, se estudia el tiempo en el ecosistema en términos de sus dimensiones e implicancias y se contrasta con los tiempos más frecuentemente relacionados al vivir humano, analizándose las implicancias de este desfase en aspectos como la sustentabilidad y la valoración en el tiempo, entre otros

*Palabras claves:* tiempo, ecosistema, ciclo, ritmo, escala de tiempo, valoración del tiempo, predio, comuna.

## CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>235</b>
<b>TIEMPO.....</b>	<b>235</b>
INSTANTE.....	236
LAPSO.....	236
ESCALA DE TIEMPO.....	236
SINCRONIZACIÓN.....	236
DIACRONIZACIÓN.....	236
RITMO.....	236
DIRECCIÓN.....	237
VISIONES DEL TIEMPO.....	237
<b>TIEMPO Y ESPACIO.....</b>	<b>238</b>
<b>TIEMPO Y OBSERVADOR.....</b>	<b>239</b>
EL HOMBRE COMO SER VIVO Y OBSERVADOR.....	239
<b>ECOSISTEMA.....</b>	<b>241</b>
TIEMPO Y ECOSISTEMA.....	241
HOMBRES Y ECOSISTEMA EN EL TIEMPO.....	242
<b>TIEMPO ECOLÓGICO Y TIEMPO ECONÓMICO.....</b>	<b>244</b>
ECONOMÍA Y SUSTENTABILIDAD EN EL TIEMPO.....	244
VALORACIÓN ECONÓMICA EN EL TIEMPO.....	244
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>247</b>

## INTRODUCCIÓN

El estudio del tiempo juega un papel importante en el análisis de la problemática ambiental, el que no ha sido considerado formalmente en los estudios relacionados con ella. La percepción del espacio y del tiempo permiten comprender la evolución y ritmo de una sociedad. Los fenómenos ambientales se deben vivir históricamente, lo que significa tomar conciencia de que el hombre tiene su responsabilidad frente al transcurso del tiempo. Pero normalmente estos fenómenos se tratan en forma ahistórica y se pretende resolver los problemas de manera instantánea, ajeno a su dimensión evolutiva propia de la ecósfera y del desarrollo del hombre (Gastó y Rodrigo, 1996).

El mundo es un sistema dinámico de alta complejidad, donde se superponen los diferentes tiempos de sus componentes de acuerdo con sus organizaciones, que van desde moléculas, células, organismos multicelula-

res y especies, hasta llegar a los continentes y a la ecósfera.

De lo anterior se desprende que para la medición del solevantamiento de una montaña, un segundo es una unidad de tiempo irrelevante. A su vez, para la descripción del desarrollo de una célula, el milenio es una unidad de tiempo también irrelevante.

El hombre y la sociedad se mueven en un rango de tiempo determinado por los ciclos vitales de la especie y que va desde generaciones, años, días, horas hasta segundos incluso. Asimismo, la percepción para un ser humano está acotada a este rango de tiempo, e incapacitada frente a rangos demasiado pequeños, como el de la mayoría de las reacciones químicas, o demasiado grandes como en el avance de los continentes.

Por otra parte la sociedad, como fenómeno cultural y a través de la historia oral o escrita, trasciende el tiempo de los individuos.

En el ecosistema interactúan las moléculas con los seres humanos, con las sociedades, con la deriva de los continentes y, es en este sistema donde el tiempo no tiene una connotación parcial, sino que un carácter global. El hombre es parte del ecosistema y por ende, sus tiempos no son más que una fracción del tiempo del ecosistema.

## TIEMPO

En ciencia, toda fenomenología se da en el dominio de cinco conceptos:

- Tiempo.
- Espacio.
- Materia.
- Energía.
- Información.

Los dos primeros constituyen las dimensiones en donde ella se lleva a cabo, mientras que las tres últimas constituyen su concretización.

\* Erlwein, A. y J. Gastó. 2002. El tiempo en el ecosistema predial y comunal. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

El tiempo entonces sería la dimensión a través de la cual se realizarían movimientos, o para ser más exactos, cambios, en materia, energía e información.

Para efectos del estudio del tiempo, se utilizará la idea de tiempo concebida por Einstein en su Teoría de la Relatividad. En ella el tiempo tiene un carácter relativo, relacionado con el fenómeno de simultaneidad de sucesos. La medición de tiempo sería un fenómeno de comparación entre dos sucesos simultáneos, en donde un suceso es relativo al otro (relatividad). Así, el cambio en un sistema sólo podría medirse en relación con el cambio de otro sistema.

1. Ejemplo 1: ¿Que significa la afirmación “el tren llega a las siete”?

Significa que el tren se detendrá (suceso A) en el mismo momento (simultáneo) en que las manijas del reloj indiquen las siete (suceso B).

2. Ejemplo 2: ¿Que significa que el sol avanza en el cielo a 15°/hr?

Simultaneidad entre una vuelta completa de los minutos de un reloj y el avance del sol en ese lapso. Resultado: avance de 15° en una hora.

3. Ejemplo 3: Un año-luz es en realidad una medida de distancia, relativa a dos sucesos.

Corresponde a la distancia recorrida por la luz (suceso A) en el mismo tiempo que la tierra completa una vuelta alrededor del sol (suceso B).

4. Ejemplo 4: Incluso en la cultura campesina se encuentra la idea de simultaneidad de sucesos como parámetros de tiempo<sup>1</sup>.

- Si una celebración (suceso A) durará mucho, durará “hasta que las velas no ardan”, que corresponde al período necesario para que un conjunto de velas se consuma totalmente (suceso B).
- Cuando algo (suceso A) dura muy corto tiempo, dura menos “que la lombriz en el pico del pavo”, que corresponde al breve lapso entre el momento en que el pavo coge una lombriz con el pico y el momento en que la traga (suceso B).

Esta interrelación de tiempo entre dos sucesos sólo se rompería al variar en uno de ellos la velocidad de los cuerpos involucrados y/o el campo gravitacional al que los cuerpos involucrados están sometidos. Es así que en un suceso cualquiera, el tiempo transcurriría más rápido que en un suceso realizado a velocidades cercanas a la de la luz o bajo campos gravitatorios mayores.

Se podría entonces, en términos prácticos y en beneficio de la brevedad, afirmar que independiente de su naturaleza real o ideal, el tiempo es la medida del cambio y por ende, implica movimiento y/o sucesos,

que pueden medirse comparándolos con otros sucesos (Friedli, 2000).

Del segundo principio de la termodinámica se desprende que todos los fenómenos en la naturaleza son irreversibles, dado que existe una función en ellos, la entropía, que es siempre positiva o nula, nunca negativa. Todas las reacciones químicas son irreversibles; todos los fenómenos biológicos son irreversibles (Prigogine, 1991).

A su vez, en relación con el tiempo se puede distinguir:

### **INSTANTE**

Lapso infinitesimal, indivisible. “Punto de tiempo” sin duración temporal que separa dos estados (E. Británica, 1966). La paradoja del instante radica en que es todo el tiempo y la ausencia del tiempo simultáneamente. Está aquí y desaparece (Paz, 1992).

### **LAPSO**

Período o intervalo acotado de tiempo (E. Británica, 1966).

### **ESCALA DE TIEMPO**

División del tiempo en partes exactas, en función de un patrón de comparación (E. Británica, 1966). Este patrón de comparación sería un fenómeno de duración estándar.

### **SINCRONIZACIÓN**

Analizando la raíz griega: sin: unión o simultaneidad, chronos: tiempo; simultaneidad de eventos en un tiempo. Concurrencia de eventos o movimientos respecto del tiempo. Resultado de esta concurrencia. Coincidencia y coexistencia en el tiempo. Relación de simultaneidad entre dos eventos (E. Británica, 1966).

### **DIACRONIZACIÓN**

Analizando la raíz griega: dia: a través de, separación, chronos: tiempo; secuencia de eventos a través del tiempo; evolución. Distinción del orden y sucesión cronológicos en donde se otorga especial importancia a las nociones de cambio, evolución y similares (Ferrer Mora, 1979).

### **RITMO**

Característica temporal de los fenómenos cíclicos (duración de éstos). Los fenómenos cíclicos se dan cuando eventos se repiten a intervalos regulares de tiempo, es decir, presentan un tiempo “circular”.

<sup>1</sup> Ver Huneus, 1997.

El ecosistema constituye un sistema que presenta un sinnúmero de ritmos traslapados, fruto de estar constituido por organismos y componentes abióticos caracterizados por ciclos.

En el interior de cada organismo vivo ocurren numerosos procesos de carácter cíclico. Estos ciclos se realizan con cierto ritmo. En los animales, por ejemplo, la contracción del corazón, los movimientos respiratorios y el funcionamiento de las neuronas, entre otros. La frecuencia con que se suceden estos procesos rítmicos muestra cierta relación con la velocidad del consumo de oxígeno, la que se traduce en la intensidad del metabolismo energético (Mardones, 1981).

El medio abiótico presenta ciertos ciclos propios de la dinámica planetaria que constituyen determinados cambios ambientales que pueden ser más o menos rítmicos. En los organismos los ritmos pueden o no estar influenciados por estos cambios ambientales. El caso es que algunos de estos ritmos parecen estar determinados directamente por los cambios del ambiente, mientras que otros constituyen aparentemente ritmos internos que se ajustan de algún modo a esos cambios.

Ritmos que determinan cambios ambientales importantes son:

- **Ritmos Día–Noche:** Determinan de manera importante el metabolismo de las plantas y el hábito de la mayoría de los animales.
- **Ritmos Estacionales:** Dependiendo de la latitud, las estaciones del año pueden constituir distintos fenómenos, desde pequeñas variaciones de la actividad metabólica en los trópicos, pasando por caducidad de hojas y la floración estacional en las zonas templadas, hasta hibernación en las zonas polares.
- **Otros Ritmos:** Las mareas ejercen una importante influencia sobre moluscos y crustáceos de la zona intermareal. A su vez, se han demostrado cambios experimentados por animales marinos relacionados con los ciclos de la luna.

A su vez, en la dinámica planetaria existen ciclos menos rítmicos, que por esta razón, generan adaptaciones menos importantes por parte de los seres vivos. Es el caso de los incendios con las plantas pirófitas, las catástrofes (terremotos, aluviones y erupciones, entre otros) con los organismos colonizadores y otros.

## DIRECCIÓN

La direccionalidad del tiempo puede ser circular, lineal o relativa y está altamente relacionada con la visión del tiempo que tenga cada cultura o disciplina. A continuación se presentan algunos casos:

## VISIONES DEL TIEMPO

En términos del tiempo, la cosmovisión de un individuo está determinada por la cultura a la cual éste pertenece, siendo también imposible la separación entre el individuo y su cultura. De esta manera, la cosmovisión varía en el tiempo de acuerdo con los cambios en la cultura, como lo denota la frase célebre: “las verdades del ayer son las mentiras del mañana” (Friedli, 2000). A continuación se mencionan algunas visiones del tiempo en diferentes culturas:

- **Kunza:** Para la cultura Kunza en el desierto de Atacama, el espacio y el tiempo no están separados sino conformando una suerte de espacio–tiempo. Para ellos la distancia espacio–temporal se expresa simultáneamente con vocablos que indican proximidad o distancia, en que el elemento formativo “ma” se añade a la raíz verbal para significar acción presente en el tiempo y en el espacio y la partícula “na” para referir lo distante (Gómez, 1981; Mostny, 1954; Meadows *et al.*, 1972, cit por Gastó *et al.*, 1999).
- **Aymara:** Para los Aymara la percepción espacial del tiempo es lineal. Sin embargo, esta linealidad es opuesta a la occidental. El tiempo se divide en dos: lo que se está viendo o lo que se ha visto y, lo que no se ha visto. Al revés de lo que pasa en español y en otras lenguas, en aymara el pasado–presente está adelante, se conoce o “se puede ver”; el futuro está atrás, no se conoce, por lo que “no se puede ver” (hay que esperar que pase el tiempo) (van den Berg y Schiffers, 1992).
- **Griega:** Los griegos tenían dos términos para designar al tiempo:  $\alpha\omega\nu$  que significaba “época de vida” o “duración de la vida” y  $\chi\rho\nu\nu\omicron\zeta$ , que significaba “duración del tiempo”, todo el tiempo, incluida la eternidad.  $\chi\rho\nu\nu\omicron\zeta$  estaba encarnado en el dios del mismo nombre, Chronos, hijo de Urano (Ferrater Mora, 1979).
- **Budista:** Para el Budismo el tiempo es de carácter cíclico, hecho que se refleja en el concepto de reencarnación, en donde una vida sigue a otra en un proceso recursivo continuo. Así también, el universo es de carácter dinámico, en constante movimiento (“Anitsha”), pero conformando un todo, lo que a su vez le da a este un carácter cíclico.
- **Judeo–Cristiana:** Para la sociedad Judeo–Cristiana el tiempo es lineal y se desplaza desde el momento de la creación y la caída en el pecado hasta la redención y el paraíso. Siempre ha significado dejar atrás el pasado en aras de algo diferente o mejor en los tiempos por venir (Paz, 1992). Sin embargo, esta linealidad del tiempo no es tal para Dios y los seres de mayor jerarquía espiritual que la humana, para quienes la existencia se realiza simultáneamente en el pasado, presente y futuro, es de-

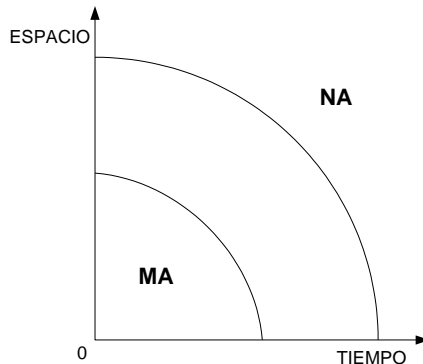
cir, sin tiempo. Esta diferencia crítica con los hombres hará afirmar a un filósofo que “la eternidad está enamorada de los frutos del tiempo”, refiriéndose a la admiración y hasta el anhelo que los seres eternos experimentarían ante la trágica levedad de la vida y la belleza de su naturaleza efímera y pasajera.

- **Medieval:** Para la sociedad medieval lo importante era la eternidad, el tiempo fuera del tiempo y el pasado. Ellos no creían en el futuro. Sabían muy bien que el mundo pronto se vería condenado a la extinción. El punto era salvar la propia alma y no tratar de salvar el mundo (Paz, 1992).
- **Filosófica:** La visión del tiempo en filosofía cambia con el devenir de la cultura. Tanto en Aristóteles como en Pascal, la idea de tiempo está ligada a la de movimiento. Para Platón el tiempo es “la imagen móvil de la eternidad”. El tiempo se identificaba, pues, con el movimiento de un cuerpo – o si se quiere, de un ente – de carácter absoluto: un dios, un cielo, una última esfera. Tanto para los antiguos filósofos como para científicos como Galileo hasta llegar al mismo Newton, hay un tiempo absoluto que todo lo envuelve, como un gran continente de las cosas, en donde se concilian la física con la metafísica. Ahora bien, los extremos parecen darse cita, porque del extremo realismo newtoniano, se pasó pendularmente a negar al tiempo toda realidad. Esto comienza a insinuarse con Leibniz, para quien el tiempo es como un orden que las cosas mismas guardan entre sí. Asimismo, Kant se cuestiona la realidad y la idealidad del tiempo; Nietzsche postula un “eterno retorno”; y será de Heidegger el esfuerzo por recuperar la originalidad y el carácter primitivo y fundamental del tiempo (Vial, 1981).

## TIEMPO Y ESPACIO

Tanto Aristóteles como Newton creían en el tiempo absoluto. Es decir, ambos pensaban que se podía afirmar inequívocamente la posibilidad de medir el intervalo de tiempo sin ninguna ambigüedad; y que dicho intervalo sería igual para todos los que lo midieran con tal que usaran un buen reloj. El tiempo estaba separado y era independiente del espacio. Aunque nuestras nociones de lo que parece ser el sentido común funcionan bien cuando se usan en el estudio del movimiento de las cosas, tales como manzanas o planetas, que viajan relativamente lentas, no funcionan, en absoluto, cuando se aplican a cosas que se mueven con o cerca de la velocidad de la luz. La teoría de la Relatividad nos fuerza a cambiar nuestros conceptos de espacio y tiempo. Se debe aceptar que el tiempo no está completamente separado e independiente del espacio, sino por el contrario, se combina con él para formar un objeto llamado espacio-tiempo (Hawking, 1988, Saavedra, 1981).

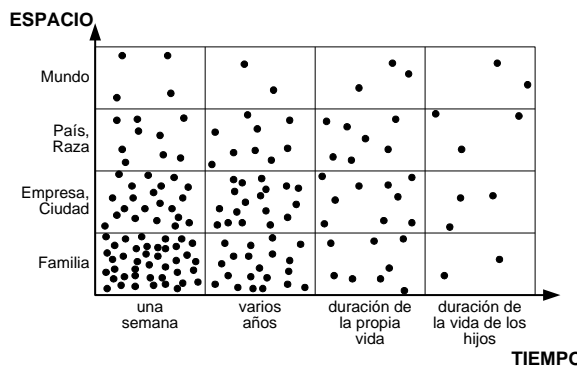
En algunos idiomas la distancia espacio-temporal se expresa simultáneamente con vocablos que indican proximidad o distancia. Para el caso de los indios Kunzas, mencionados anteriormente, la relación entre espacio y tiempo es como se muestra a continuación (Figura 1).



**Figura 1. Relación espacio-tiempo según los indígenas Kunza. Basado en la interpretación de Mostny (1954)**

El tiempo, al igual que el espacio, debe ser representado en el modelo y en la escala que corresponda (eras, períodos, siglos, décadas, años, estaciones, meses, semanas, días, fracciones de días). Cada evento o proceso debe ser planteado en modelos referidos a la escala temporal. Asimismo, cada problema ambiental se presenta en una escala espacial y, la solución y magnitud deben corresponder a esa escala. De esta forma, cada dimensión de la problemática ambiental está asociada a una dimensión espacio-temporal (Figura 2)

Para algunos autores, lo que se debe considerar cuando se habla acerca del efecto de la tecnología sobre la experiencia, es que se borran las distinciones de tiempo y espacio. Se homogeniza el tiempo y el espacio; lo que está allá está aquí, al mismo tiempo. O lo que estaba allá puede estar aquí de nueva cuenta si fue filmado (Boorstin, 1995).



**Figura 2. Relación espacio-tiempo según club de Roma (Meadows, 1974, cit por Gastó et al., 1999). Corresponde al espacio-tiempo en relación con las preocupaciones de la humanidad**

El tiempo, al igual que el espacio, se representa en escalas diferentes de acuerdo con el territorio que se trate. El territorio es una porción de la superficie terrestre perteneciente a una nación, región, provincia, comuna o predio. Los aspectos jurisdiccionales o de pertenencia evolucionan históricamente. Las unidades de tiempo relevantes a cada nivel jerárquico de territorio se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Unidades de tiempo relevantes a cada nivel jerárquico**

<b>Territorio</b>	<b>Unidad de Tiempo</b>
Potrero	Días a meses
Predio	Meses a años
Comuna (Municipio)	Años a décadas
Región o Provincia	Años a décadas
País	Décadas a siglos
Planeta	Siglos a millones de años

Fuente: Los Autores

La comuna constituye, por lo tanto, el centro espacio-temporal del desarrollo y ordenación del territorio considerado desde una perspectiva de la escala humana. Se conjugan en la comuna conceptos claves de la ordenación como son lo urbano-rural, el suelo-vuelo, la cuenca, el ecosistema y la sociedad. La perspectiva comunal de ordenación territorial, por lo tanto, difiere de la perspectiva provincial, regional o nacional, dadas por espacio-tiempo diferentes (Gastó, 1999).

Asimismo, en términos biológicos, el territorio está ligado a la dimensión del tiempo en su componente suelo. El suelo centra el énfasis en su acepción edáfica de hacer crecer la vegetación. Este enfoque le da una visión dinámica, de estar en equilibrio con los factores condicionantes de clima, roca madre y vegetación. En este sentido el suelo se crea por la descomposición de la roca madre o por sedimentación de partículas y evoluciona por los agentes ambientales.

Así, las distintas escalas territoriales estarán asociadas a las escalas de los distintos fenómenos involucrados en la problemática ambiental (figuras 3 y 4).

## **TIEMPO Y OBSERVADOR**

### **EL HOMBRE COMO SER VIVO Y OBSERVADOR**

Los seres vivos poseen mecanismos que les permiten reconocer el tiempo transcurrido, es decir, disponen de

un reloj fisiológico. Es el caso del fotoperíodo y las horas de frío, controlado por concentraciones químicas en las plantas y por la acción de la glándula pineal en algunos animales. En el caso del hombre, su reloj biológico está influenciado por su estado emocional, tal como lo ilustra el dicho popular: “De 60 minutos consta la hora, y unas veces es larga y otras corta. Quien no lo crea, tenga un día de goce y otro de pena”, lo que indica el carácter relativo del tiempo en términos de la percepción. También la acción de ciertas drogas puede cambiar la percepción del tiempo (Mardones, 1981).

De esta manera el observador, como miembro de la especie humana, es un sistema vivo y como tal está determinado por su estructura. Así, el observador sólo puede realizar las distinciones que su dominio operacional de sistema vivo le permiten y, por lo tanto, lo que obtiene cuando realiza una distinción no es un “algo allá afuera”, sino un resultado de su interacción con lo observado. De ahí que no sea posible una independencia del observador respecto del fenómeno que observa y, más que existir un sujeto y un objeto, lo que se configure sea un sistema observador – fenómeno observado (Maturana y Varela, 1984). Esto es patente en el estudio del ecosistema, en donde el observador es además, un componente del fenómeno que se está observando, configurando un sistema de segundo orden.

Por otra parte, en nuestra cultura la noción de tiempo es usada como un principio explicativo de la misma manera que el concepto de realidad. Pero si se toma en cuenta esta situación, se puede concluir que la palabra tiempo no puede referirse a una entidad independiente del observador que la describe y debe cambiarse el foco desde la descripción de una entidad independiente a la descripción de la experiencia del propio observador. Al hacer esto, el concepto de tiempo que es usado comúnmente denota una abstracción de la sucesión de procesos que experimenta el observador en el vivir. Dicho de otra manera, corresponde a una abstracción de la experiencia de relaciones de secuencia entre procesos en una direccionalidad e irreversibilidad propias de la biología del observador (Maturana, 1995)

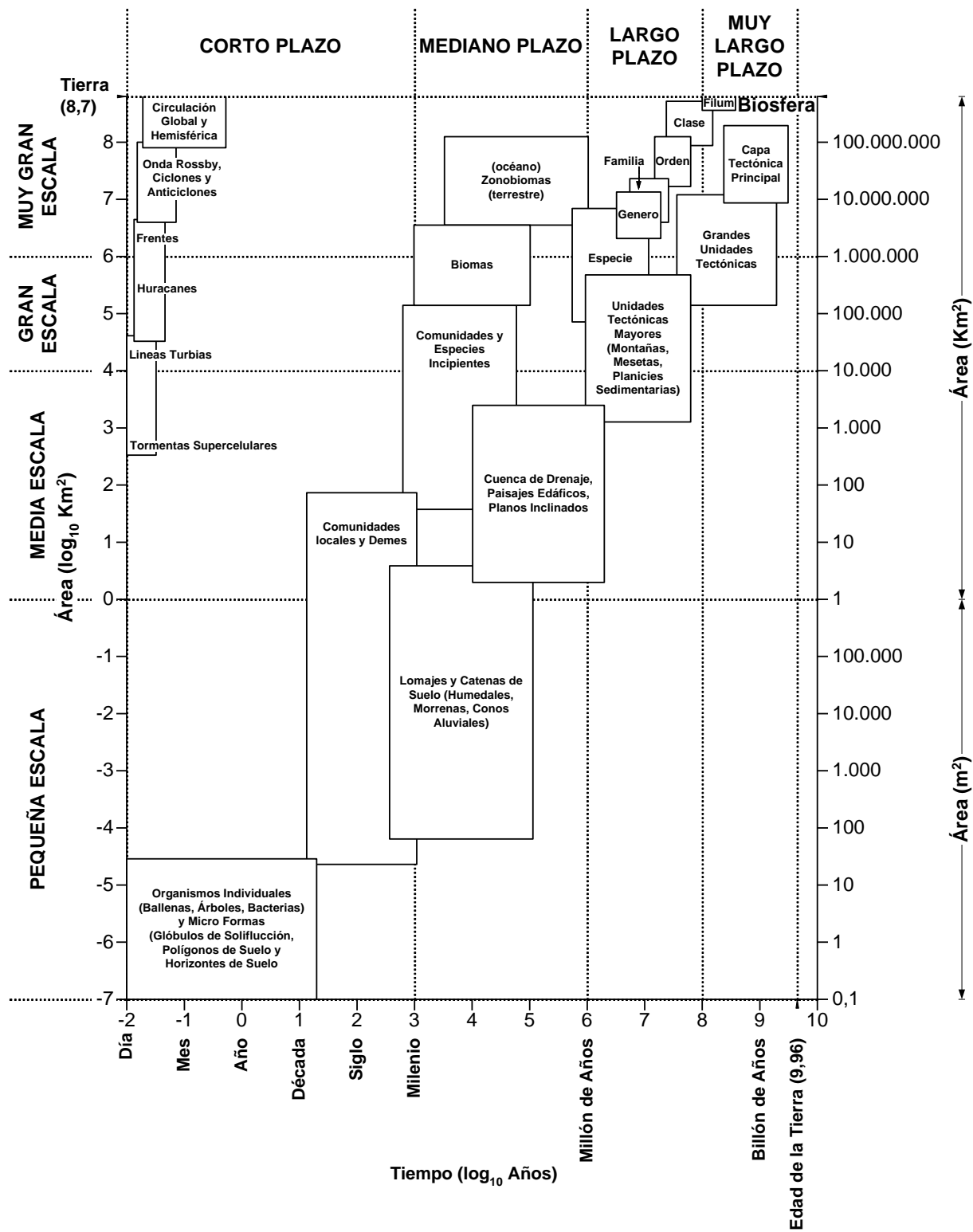
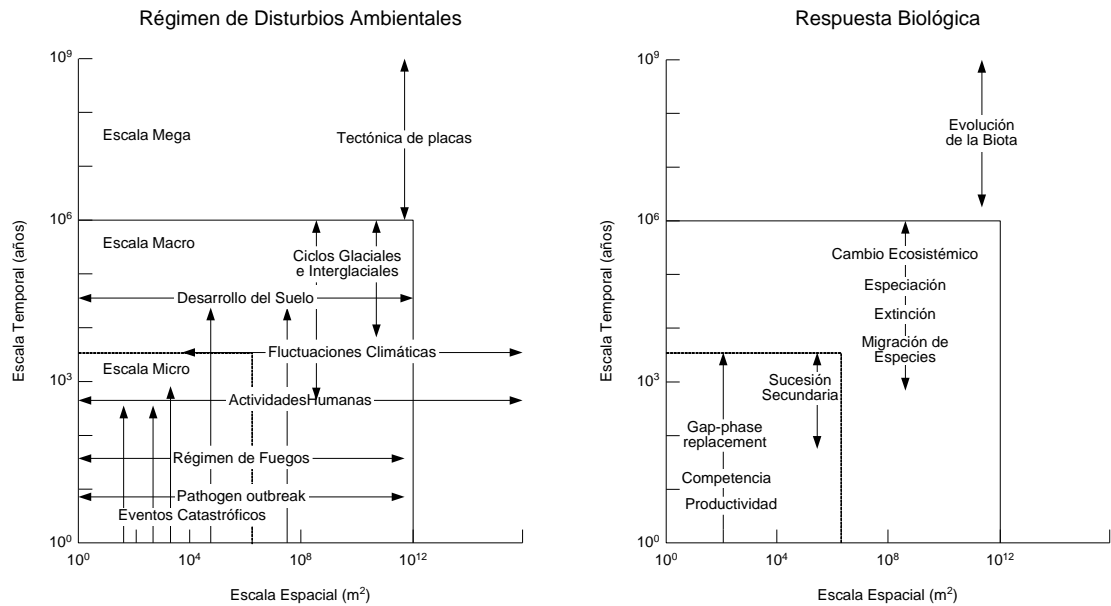


Figura 3. Escala espacio/tiempo en el cambio medioambiental, (Huggett, 1991)



**Figura 4. Escala espacio–tiempo en los disturbios ambientales y respuesta ecosistémica a éstos (Delcourt, Delcourt y Webb, 1983)**

## ECOSISTEMA

### TIEMPO Y ECOSISTEMA

El ecosistema es la expresión límite de la naturaleza o, dicho de otra manera, es la expresión, en la ciencia, de la naturaleza concebida como unidad ecológica básica, tanto funcional como estructural, resultante de la integración e interdependencia ordenada de los elementos vivos y no vivos de la naturaleza. Se podría definir ecosistema como un arreglo de componentes bióticos y abióticos, o conjunto, o colección, de elementos que están conectados o relacionados de manera que actúan o constituyen una unidad o un todo (Gastó, 1979).

El ecosistema posee una determinada estructura que se puede reconocer y describir sobre la base de un estudio instantáneo, por lo menos en teoría. Dicha estructura

es, a la vez, resultado y causa de la función del ecosistema (Margalef, 1974).

La evolución de los ecosistemas se realiza a través del intercambio con el exterior, de materia, energía e información a través del espacio y el tiempo. La configuración actual de los ecosistemas es el resultado de un largo proceso de transformaciones, en el cual se han intervenido procesos internos de la corteza terrestre, la evolución y transformación propia de la biocenosis a través de más de dos mil millones de años y la aparición reciente del hombre (Gastó, 1980).

Este intercambio se realiza a través de la dinámica de los distintos sistemas y organismos que conforman el ecosistema, en donde coexisten organismos con ciclos de distinta duración, que en su totalidad integran el tiempo del ecosistema. A continuación se presentan las subunidades que participan en la dinámica temporal del ecosistema (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Subunidades que participan en la dinámica temporal del ecosistema**

Jerarquía	Unidad Viva (Tiempo lineal)	Subunidades de Recambio (Tiempo circular: Ritmo)	Escala de Tiempo Referencial
Menor	Célula	Moléculas	Segundos – Horas
	Organismo metacelular	Células	Horas – años
	Población	Organismos metacelulares	Años a Siglos
	Ecosistema	Poblaciones	Miles de años
Mayor	Ecósfera	Ecosistemas	Millones de años

Fuente: Los Autores

Cada nivel jerárquico superior contiene en su interior a los niveles inferiores. Por ejemplo, un animal está conformado por células que están constantemente reemplazándose; y a su vez dentro de cada célula cambian las moléculas, conformando procesos recursivos

con organización autopoiética. Es así que aunque el reciclaje del total de los componentes de un ecosistema o la ecósfera puede tomar de miles a millones años, todos los ciclos vitales de menor jerarquía se realizan dentro de su ciclo, por lo que para el caso del ecosis-

tema puede hablarse de un tiempo referencial multiescala.

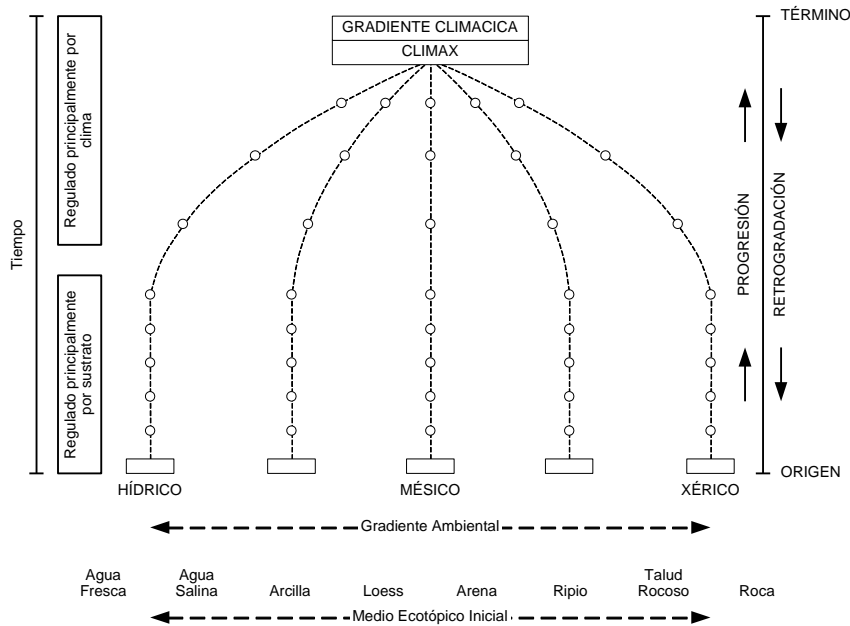
Las variaciones de tipo periódico que experimenta un ecosistema, fluctuaciones y ritmos, se encuentran asociadas. Se podrán considerar ritmos o fluctuaciones, según la especie o nivel al que se refieran. Lo que para organismos de vida breve son fluctuaciones de población, con o sin intercalación de fases de vida latente, para otros seres de vida más larga serán simples ritmos de actividad, internos al ecosistema, pero que también pueden incluir fases de vida latente (Margalef, 1974).

Por otra parte, adicionalmente a la evolución biológica y dinámica temporal de sus componentes, el ecosistema presenta una dinámica temporal propia, la que tiene relación con la composición de especies que se

suceden en él a lo largo del tiempo, fenómeno denominado sucesión ecológica.

La sucesión ecológica es el proceso mediante el cual un ecosistema de un lugar determinado y en un momento dado, se modifica gradual, direccional e internamente en el tiempo, en todos sus componentes, hasta alcanzar un estado de equilibrio funcional y arquitectónico con el medio. Los cambios en las etapas sucesionales, o cambios en el tiempo, pueden ser graduales o abruptos (Gastó, 1980).

El desarrollo cada vez más avanzado de la biocenosis hace que un mismo territorio sea ocupado por comunidades diferentes que se autorreemplazan hasta alcanzar una etapa de madurez o clímax. Es así que el ecosistema tenderá al mismo estado de clímax, independientemente de si la etapa inicial es un medio desértico (xérico) o acuático (hídrico) (Figura 5).



**Figura 5. Esquema de las sucesiones primarias progresivas y retrogresivas (Gastó, 1979)**

En el proceso sucesional, algunas poblaciones constantemente invaden y otras desaparecen y la diferencia entre ambas define la diversidad de la biocenosis en la etapa seral respectiva. Cada etapa sucesional provoca modificaciones en el ambiente que a su vez inducen a un nuevo cambio en la composición de especies. En la etapa seral final o clímax, que usualmente corresponde a un bosque, las diversas poblaciones están estabilizadas (Figura 6).

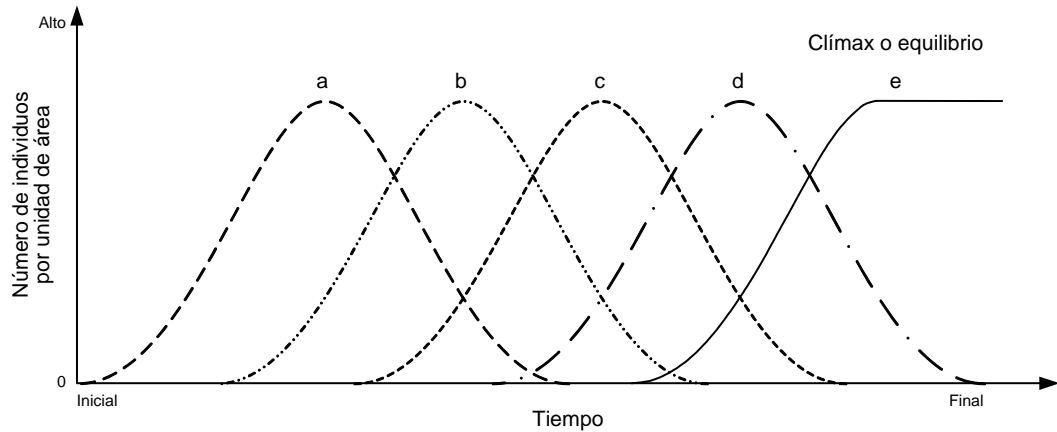
Es así que las etapas características para la sucesión de la hidrosere podrían representarse como se muestra a continuación (Figura 7).

De esta manera, la sucesión consiste en cambios que se extienden sobre decenios, siglos o milenios y que se

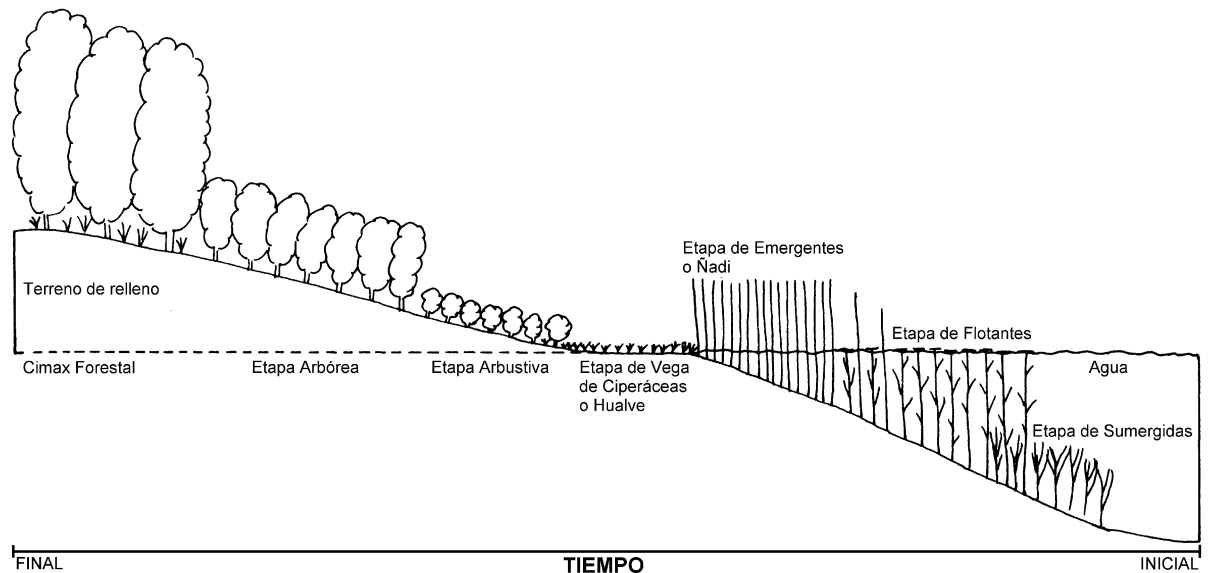
superponen a fluctuaciones y ritmos más breves (Margalef, 1974).

## HOMBRE Y ECOSISTEMA EN EL TIEMPO

El hombre es un ser en el tiempo y su existencia es efímera. El ambiente también es efímero y cambia en forma constante (Krebs, 1981). Sin embargo, si se consideran los 3.000 millones de años de evolución biológica, la aparición del hombre hace tan sólo un millón de años constituye un fenómeno extraordinariamente reciente. Aún más, si se considera la historia del hombre desde la aparición de la ganadería y agricultura, nuestra historia se reduce a una 300.000 avas fracción de la historia de la vida en el planeta.



**Figura 6.** Esquema generalizado de la variación de la densidad de diversas especies en etapas serales diferentes. a, b, c, d, y e representan a especies que predominan desde etapas iniciales a más tardías (Gastó, 1979)



**Figura 7.** Etapas sucesionales en la hidrosere (Gastó, 1979)

El hombre primitivo apareció sobre el planeta con posterioridad a las biocenosis terrestres. Fue una consecuencia del medio; y como tal se presenta como un organismo adaptado a vivir en las condiciones naturales existentes sobre el planeta. En esta primera etapa, el hombre no fue más que un componente del ecosistema natural, igual como lo eran las otras especies de mamíferos, ocupando su nicho y complementándose así con las demás especies de animales y vegetales (Gastó, 1980).

En la medida en que el hombre ha evolucionado biológica, social, tecnológica y demográficamente, su acción sobre el medio se ha ido intensificando, hasta alcanzar una etapa en que ha llegado a ser el verdadero rector de las transformaciones ecosistémicas (Gastó, 1980).

Respecto de lo anterior, se puede esquematizar la evolución de la relación entre el hombre y la naturaleza en

las siguientes tres etapas (Lavandero *et al.*, 1994):

- **Naturaleza contra Sociedad:** En los albores de la humanidad el desarrollo de la sociedad es mínimo y por ende, mínimo el control sobre la naturaleza, por lo que los hombres se ven diezmados por los embates de la naturaleza tales como hambrunas, depredadores, enfermedades y catástrofes naturales, entre otros.
- **Sociedad contra Naturaleza:** Con el desarrollo de la agricultura surgen las tecnologías de alto impacto en la naturaleza, comenzando entonces la depredación de los recursos naturales y el sometimiento de la naturaleza en favor de la sociedad a través de la colonización de los lugares naturales, las extinciones de especies indeseables, la contaminación y el uso de tóxicos, entre otros.

En estas dos etapas lo que caracteriza la relación hombre-naturaleza es el dualismo, manifestado por

una polaridad en donde hombre y naturaleza, aparentemente incompatibles, coexisten en un constante conflicto (Ferrater Mora, 1979).

- **Sociedad y Naturaleza:** Esta etapa, que se estaría iniciando en la actualidad, hombre y naturaleza coexisten de manera armónica e interdependiente. Esta etapa se caracterizaría por el monismo. Hombre y naturaleza no serían incompatibles, sino muy por el contrario, constituirían un solo sistema / unidad.

## TIEMPO ECOLÓGICO Y TIEMPO ECONÓMICO

### ECONOMÍA Y SUSTENTABILIDAD EN EL TIEMPO

Tal como se señaló en el capítulo anterior, existen fenómenos con diferentes escalas de tiempo. Las escalas de tiempo relativas a los fenómenos humanos corresponden a una escala temporal inferior en relación con el tiempo del ecosistema. Más aún, los fenómenos sociales y a su vez los económicos son, en términos temporales, sólo una fracción de los fenómenos ecológicos en términos de tiempo.

En relación con los fenómenos económicos, la capacidad de mantener un balance de flujos positivos y de generar ingresos en el mediano y largo plazo dependen del estado y evolución del patrimonio de los recursos naturales y de su ampliación, reproducción, sostenimiento y conservación. Cualquier estrategia de desarrollo ha de ser sustentable a lo largo del tiempo. La sustentabilidad se da no sólo en el ámbito de la ecología, sino que debe evolucionar hacia la sociedad y el territorio como un todo (Gligo, 1990).

La actividad del hombre en la transformación de la naturaleza tiene un impacto directo en un período breve y en un espacio próximo, lo cual corresponde a la internalidad de la acción. El impacto, distante en el tiempo y en el espacio, que a menudo no se percibe como efecto del fenómeno, corresponde a las externalidades. La suma acumulada de las externalidades relativas a las actividades humanas, expresadas en desechos de procesos y en la degradación de los recursos naturales, durante un período prolongado, es lo que genera el fenómeno del deterioro ambiental (Grez, 1998).

El mercado se basa en valores financieros para tomar sus decisiones, pero en su mayoría estos valores no hacen referencia al efecto que dichas decisiones generan, directa o indirectamente, sobre el medio ambiente. Por otra parte, dicha valoración de los efectos es, en muchos casos, de alto costo y larga duración (Grez, 1998). No obstante lo anterior, el hecho de no existir impactos ambientales documentados no puede constituir un argumento para validar ambientalmente una determinada actividad.

En relación con lo anterior, cabe señalar que la predicción de impactos a escala global no siempre es posible a corto plazo. Si se considera a la ecósfera como un sistema caótico altamente complejo, se concluye que no hay manera de cuantificar con precisión los efectos globales de determinadas actividades. Un ejemplo notorio de esta impredecibilidad, lo constituye el llamado efecto mariposa documentado por Lorenz en modelos de predicción climática que utilizan factores atmosféricos altamente interrelacionados, en donde un suceso insignificante en una parte del planeta puede desencadenar un fenómeno de magnitudes en otra parte de éste. Lo anterior toma aún mayor relevancia en el nivel ecosistémico, en donde el clima es sólo un factor más, por lo que su grado de complejidad e impredecibilidad es aún mayor.

### VALORACIÓN ECONÓMICA EN EL TIEMPO

La historia está llena de paradojas en relación con la valoración de circunstancias a largo plazo. Por ejemplo, cuando Pedro de Valdivia funda la ciudad de Santiago no ve lo que se ve ahora. El veía un cielo maravillosamente limpio, un espacio natural abundante, con animales, con árboles. No se puede acusar a Pedro de Valdivia de ceguera por fundar Santiago donde lo fundó, con las consecuencias en la contaminación atmosférica que tiene ahora (Maturana, 1994).

Asimismo, en la década de 1920, científicos de la General Motors inventaron los CFC<sup>2</sup>. Hoy día se sabe que los CFC deben desaparecer del planeta si se quiere sobrevivir como especie. Otro ejemplo similar lo constituye la utilización del DDT<sup>3</sup> como eficaz insecticida. Fue tal su éxito en la Europa de la post-guerra que su creador, el médico suizo Paul Müller fue galardonado con el Premio Nóbel de medicina en octubre de 1948 (Prado, 1982). Al cabo de unos años se descubrió que dicho compuesto era tan estable, que se traspasaba de las plantas a los animales herbívoros y de éstos a los carnívoros, detectándose en humanos, años después de su uso, incluso en la leche materna.

Es así que la valoración económica debe considerar la variable temporal, puesto que los recursos naturales y los impactos ambientales presentan una evolución en el tiempo. El estudio de esta evolución permite visualizar y evaluar el sistema completo y no sólo una parte.

En relación con lo anterior, un buen ejemplo de índice sin valoración en el tiempo lo constituye el Producto Geográfico Bruto, (PGB), que muchas veces es utilizado para evaluar si un año ha sido económicamente bueno o malo. Dicho indicador puede verse aumentado por actividades que no necesariamente constituyen desarrollo económico, como lo son el aumento de enfermos en hospitales y consumo de medicamentos,

<sup>2</sup> Cloro Fluorcarbono

<sup>3</sup> Dicloro dimetil tricloroetano



descuento para evaluar programas ambientales (Field, 1995).

Otra de las razones por las cuales los ambientalistas han visto con desconfianza la tasa de descuento es que ésta puede tener un efecto de degradar daños futuros que resulten de la actividad económica actual. Véanse los ejemplos siguientes (Field, 1995):

### Proyecto A

Beneficios anuales: USD 10.000 desde el presente y durante 50 años

Costos anuales: USD 1.000.000 desde el año 50; y de duración indefinida

**Tasa de descuento:** 10%

VP Beneficios USD 99.148

VP Costos USD 85.000

**VPN USD 14.148**

### Proyecto B

#### Toma de decisión del Fisco

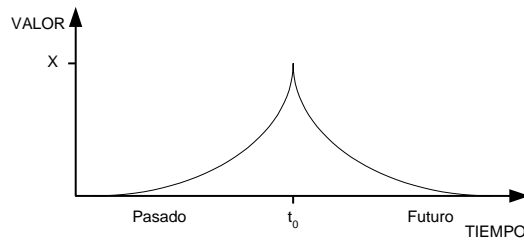
Problema ambiental de hoy generará costos ambientales por USD 100 Millones, en 100 años más. Se utiliza el VPN como índice, con una tasa de descuento de un 10% (normal).

**Conclusión:** Resulta fiscalmente irresponsable gastar más de USD 7.305 ahora para evitar los USD 100 Millones de costos en 100 años más.

Muchos economistas adoptan la posición de que para proyectos ambientales a largo plazo la tasa apropiada de descuento es cero. Pero, por otra parte, se ha ocasionado bastante daño a los recursos naturales y ambientales al utilizar tasas de descuento muy bajas para evaluar los proyectos de desarrollo. Con bajas tasas de descuento, a menudo es posible justificar proyectos públicos de infraestructura destructores del medio ambiente, debido a que beneficios suficientemente distantes en el tiempo e inciertos, se pueden acumular para superar los enormes costos a muy corto plazo. Se puede concluir que aunque se acepta el uso de la tasa de descuento, la controversia está lejos de solucionarse (Field, 1995).

De lo analizado anteriormente se desprende que el problema de la valoración económica en el tiempo choca inevitablemente con la longevidad limitada de los actores y la responsabilidad futura de éstos. Como se ha dicho, lo que está lejos en el tiempo y el espacio se valora menos que lo que está aquí y ahora y, más aún si el fenómeno se realiza luego de un periodo superior a la longevidad humana (Figura 8). Conocida es la frase del célebre economista británico John Maynard Keynes, creador de la teoría del Empleo y el Ingreso, en relación con una pregunta sobre el largo plazo: “En el largo plazo estaremos muertos”. Pero como también se ha dicho, en el tiempo del ecosiste-

ma, el periodo de longevidad humana es un lapso extraordinariamente breve.



**Figura 8. Valoración de los fenómenos en función del tiempo**

En relación con la valoración en el tiempo recién mencionada se podría decir, a modo ilustrativo, que una dueña de casa le da más importancia a que se le derrame un florero en su alfombra hoy, que a una inundación del río Amarillo en China ocurrida hace cientos de años, con eventuales pérdidas humanas.

Sobre esta base se puede reflexionar acerca de la valoración económica en el tiempo, en donde lo fundamental lo constituye la toma de responsabilidad por los costos o impactos futuros. Y es que el mercado supone una autorregulación dada por la interacción de sus miembros. Sin embargo, en el largo plazo los que aún no han nacido no pueden, obviamente, expresarse en el mercado actual (Martínez Alier, 1990).

Si la sociedad no valora el efecto futuro de sus decisiones, entonces el valor de los sucesos lejanos en el tiempo resultará menor. Pero al no considerar el total de los costos ambientales, se está tomando un subsidio que las siguientes generaciones se verán obligadas a saldar, ya que en la naturaleza nada es gratis, no se puede ganar algo por nada (Nava *et al.*, 1996).

El asunto de fondo, entonces, es cuánto valora la sociedad actual la calidad de vida de las futuras generaciones. Si esta valoración es alta, el valor actual de los pasivos ambientales futuros es alto. En la medida en que esta valoración es menor, el valor actual de los pasivos ambientales futuros tiende a cero. Una determinada tasa de descuento del valor actual de la demanda futura implica una determinada actitud ética hacia las generaciones futuras (Martínez Alier, 1990).

Einstein se refirió a esto al afirmar que la ciencia no dará nunca respuestas *per se*, sino que está dirigida por metas. Si una meta es maximizar la producción actual, existen para ello instrumentos técnicos y teóricos. Sin embargo, es claro que la maximización de la producción para un lapso corto no coincide con la maximización de la producción mantenida en el tiempo tanto en los métodos empleados como en las cantidades obtenidas. Un ejemplo de esto pueden constituirlo las siembras de trigo en lomajes de la Cordillera de la Costa a finales del siglo XIV. Mediante la quema se obtenían mayores rendimientos al despejar el sustrato de rastrojo y malezas y por ende, mejorar la emergencia y esta-

blecimiento del cultivo. Sin embargo, al quedar el suelo desnudo, la erosión de manto y cárcavas degradaron severamente el suelo y a tal grado en algunas partes, que allí hoy el suelo no es apto para sembrar dicho cultivo.

Por otra parte, la valoración tradicional se realiza en función exclusiva del recurso natural en tanto objeto, desconociendo muchas veces el valor de ese recurso en un contexto global y sistémico (ecosistémico), como sucede con los valores estético y escénico, biológico (biodiversidad) y ambiental (control de erosión), entre otros. Y es que es ésta una de las principales debilidades de la ciencia actual, mecanicista, en donde lo substancial es el intento de aislar un sistema, de considerarlo independientemente del resto del universo (Prigogine, 1991).

Bajo la óptica de sistemas, la economía opera en un sistema dinámico lejos el equilibrio. Esto tiene como consecuencia para las actividades de sus miembros, confrontados a la necesidad de tomar decisiones basadas en señales (información) incompletas, que el efecto de cada acción desencadena un efecto con un desfase que implica incertidumbre (Perrings, 1987).

Surge entonces la pregunta: ¿En que lapso evaluar?. Por un lado, como se ha dicho, el alto grado de complejidad de un ecosistema limita las predicciones a escalas de tiempo medianas o grandes. Por otro lado, en la valoración económica de proyectos normalmente no se utilizan escalas superiores a 20 años; se consideran sólo algunos elementos del ecosistema y se desestiman las relaciones sistémicas. En relación con esto cabría mencionar que, cualquiera sea el método elegido, éste debería utilizarse con prudencia.

Por otra parte, como se ha visto, los índices tradicionales como VPN, TIR y VF tendrían un carácter parcial como herramientas para la toma de decisiones en materias que trasciendan el ámbito netamente financiero. Se hace necesario entonces, el diseño de índices de valoración económica en el tiempo que consideren las variables ecológicas y la dinámica que juegan los recursos y sus relaciones en un contexto ecosistémico.

Ahora bien, si no se conoce el costo del daño ambiental o el beneficio de mejorar la calidad del medio ambiente y, aún más, no se sabe cómo, o no se tiene la posibilidad de estimarlo, ya que la percepción de cada individuo es distinta, el único proceso posible es el de definir por consenso ciertos estándares adecuados (Büchi, 1991).

Finalmente, a pesar del conocimiento real que existe sobre el daño (o costo) que el deterioro del medio ambiente y degradación del territorio causa a la sociedad, estos costos han sido generalmente ignorados. La razón de esta actitud aparentemente irracional radica en los beneficios no apropiables o externalidades. El fenómeno de la contaminación del aire pone en evi-

dencia que hay un recurso, el aire, cuyo derecho de propiedad no está bien definido. Lo anterior implica necesariamente que es necesario incorporar de alguna forma los costos y beneficios sociales asociados al medio ambiente al conjunto de variables de decisión empleados por la comunidad en el proceso de desarrollo (Büchi, 1991).

## BIBLIOGRAFÍA

- BOORSTIN, D., 1995. Historia de la Imagen: De los Pseudosucesos a la Realidad Virtual. **En:** Fin de Siglo. Ed. por Nathan P. Gardels.
- BÜCHI, H. 1991. Desarrollo económico y medio ambiente. **En:** Crecimiento o desarrollo, editado por Shatan, Jacobo.
- DELCOURT, H.R., P.A. DELCOURT Y T. WEBB, III. 1983. Dynamic plant ecology: the spectrum of vegetational change in space and time. *Quat. Sci. Rev.* 1:153-175.
- ENCICLOPEDIA BRITÁNICA. 1966. Webster's Tirad New International Dictionary of the English Language Unabridged.
- FERRATER MORA, J. 1979. Diccionario de Filosofía. Alianza Editorial.
- FIELD C., B. 1995. Economía ambiental, una introducción.
- FRIEDLI, C. 2000. Comunicación Personal.
- GASTÓ, J. 1980. Ecología, el hombre y la transformación de la naturaleza. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- GASTÓ, J. y P. RODRIGO. 1996. Ordenamiento Territorial y Bosque Nativo. **En:** Simposio Nacional "Hacia una política para el Manejo Sustentable del Bosque Nativo en Chile".
- GASTÓ, J., P. RODRIGO e I. ARÁNGUIZ. 1999. Recursos naturales: preservación y uso sustentable. Parte del Proyecto Fondecyt N°1971200, "Ordenamiento del Espacio Rural, Uso Múltiple y Evaluación de Impacto Ambiental". Simposio.
- GLIGO, N. 1990. Política, Sustentabilidad Ambiental y Evaluación Patrimonial. **En:** Pensamiento Iberoamericano. *Revista de Economía Política*, N° 12. CEPAL.
- GREZ, P. 1998. Futuro Medioambiental Por la Razón o la Fuerza. Pontificia Universidad Católica de Chile. Seminario en Estudios Ambientales.
- HAWKING, S.W., 1988. Historia del Tiempo. Editorial Crítica (Grupo Editorial Grijalbo) Buenos Aires, Argentina. 245 p.
- HUNEUS, P. 1997. Perro con corbata nadie lo mata. Dichos de Campo. Editorial Pablo Huneus Cox, Santiago, Chile.
- LAVANDEROS, L., H. ESPINOZA, E. MUÑOZ y G. GUTIÉRREZ. 1994. Capítulo 1. La relación

- sociedad–naturaleza. p. 21–30. En Lavanderos, L., J. Gastó y P. Rodrigo (Ed.) *Hacia un ordenamiento ecológico–administrativo del territorio*. Sistemas de Información Territorial. Minist. Bienes Nacionales; Univ. Cat. de Chile; Univ. Cat. de Valparaíso; Corp. Chile Ambiente. Santiago, Chile; 197 p.
- MARDONES R.J., 1981. El tiempo en la Biología. **En:** Gómez, J. *El Tiempo en las Ciencias. Problemas Fundamentales del Hombre*. Enfoque Interdisciplinario. Editorial Universitaria. 216 p.
- MARGALEF, R., 1974. *Ecología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- MARTÍNEZ ALIER, J., 1990. Economía y ecología: Cuestiones fundamentales. **En:** Pensamiento Iberoamericano. *Revista de Economía Política*, N° 12.
- MATURANA, H. y F. VARELA. 1984. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- MATURANA, H., 1994. La tiranía de los empresarios. Entrevista de Marcelo Mendoza en: *Todos queríamos ser verdes*. Editorial Planeta Chilena S.A., Santiago, Chile.
- MATURANA, H., 1995. *The Nature of time*. Editado por Instituto de Terapia Cognitiva. Santiago, Chile.
- MAX– NEEF, M. 1991. Del saber al comprender: un desafío de la economía ecológica. Entrevista de Marcelo Mendoza en *Todos Queríamos Ser Verdes*. Editorial Planeta Chilena S.A. Santiago, Chile.
- MAX– NEEF, M. 1993. *Desarrollo a escala humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Coeditada por Editorial Nordan–Comunidad e Icaria Editorial S.A. Montevideo, Uruguay.
- NAVA R., R. ARMIJO y J. GASTÓ. 1996. *Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre*. Trillas, México. 332 p.
- PAZ, O. 1992. El occidente se vuelve hacia el oriente al final de la historia. **En:** *Fin de Siglo*. Ed. por Nathan P. Gardels. McGraw Hill. Nueva York, EEUU.
- PERRINGS, C. 1987. *Economy and environment*.
- PRADO, J.M. 1982. *Los premio Nobel*. Ediciones Orbis S.A. Barcelona, España.
- PRIGOGINE, I. 1991. *El nacimiento del tiempo*. Editorial Metatemas. Barcelona, España. 102p.
- SAAVEDRA, I. 1981. El tiempo en la física. **En:** Gómez, J. *El Tiempo en las Ciencias. Problemas Fundamentales del Hombre*. Enfoque Interdisciplinario. Editorial Universitaria. 216 p.
- VAN DEN BERG, H. y N. SCHIFFERS. 1992. *La Cosmovisión Aymara*.
- VIAL L., Juan de Dios. 1981. *El Tiempo, Cuestión de la Filosofía*. **En:** Gómez, J. *El Tiempo en las Ciencias. Problemas Fundamentales del Hombre*. Enfoque Interdisciplinario. Editorial Universitaria. 216 p.
- KREBS, 1981. *El Tiempo Histórico*. **En:** Gómez, J. *El Tiempo en las Ciencias. Problemas Fundamentales del Hombre*. Enfoque Interdisciplinario. Editorial Universitaria. 216 p.
- HUGGETT, R. 1997. *Environmental change: The evolving ecosphere*. London, Routledge, UK.