

## ALGUNOS CONCEPTO PARA COMPRENDER EL ARTÍCULO TITULADO: *Margalef y la Sucesión Ecológica (Walker, L.R.; 2005)*

### Sobre la sucesión ecológica. ¿Proceso de una comunidad o de un ecosistema?

Los principios de la sucesión ecológica pueden ser de aplicación en la relación entre el ser humano y la naturaleza. El marco de la teoría sucesional debe revisarse como base que permita resolver la actual crisis ambiental. La mayoría de las ideas referentes al desarrollo de sistemas ecológicos se basan, bien en datos descriptivos de los cambios producidos en comunidades bióticas obtenidos mediante la observación durante largos periodos de tiempo, o bien en suposiciones muy teóricas; muy pocas de las hipótesis generalmente aceptadas se han comprobado experimentalmente. Gran parte de la confusión, vaguedad y ausencia de trabajos experimentales en este área tienen su causa en la tendencia por parte de los ecólogos a considerar la sucesión como una idea simple y unidimensional, cuando en realidad se trata de un conjunto de procesos que interactúan y en el cual algunos llegan a contrarrestar las acciones de otros.

Según el planteamiento aquí presentado, la sucesión ecológica conlleva el desarrollo de los ecosistemas; se trata de un concepto que tiene muchos paralelismos con la biología del crecimiento de los organismos y también con el desarrollo de las sociedades humanas. Se considera un ecosistema, o sistema ecológico, a una unidad de organización biológica constituida por todos los organismos existentes en un área dada (es decir, una comunidad) que interactúan con el entorno físico de modo que el flujo de energía producido conduce a determinadas cadenas tróficas y ciclos de materiales característicos del sistema.

### Marco Teórico y Glosario

#### **Holismo - Reduccionismo**

En teoría de sistemas, el holismo es la idea de que las propiedades de un sistema, no pueden determinarse por la simple suma de sus partes (o analizando sus partes de forma individual), sino que las partes o componentes deben verse como un todo. El holismo se resume en la frase de Aristóteles: "*El todo es más importante que la suma de sus partes*".

El **Holismo** (del griego *holos* que significa «todo», «entero», «total») es la idea de que todas las propiedades de un sistema biológico, químico, social, económico, mental, lingüístico, etc. no pueden ser determinadas o explicadas como la suma de sus componentes. El sistema completo se comporta de un modo distinto que la suma de sus partes. Se puede definir como el tratamiento de un tema que implica a todos sus componentes, con sus relaciones obvias e invisibles. Normalmente se usa como una tercera vía o nueva solución a un problema. El holismo enfatiza la importancia del todo, que es más grande que la suma de las partes (propiedad de sinergia), y da importancia a la interdependencia de éstas. Generalmente trata de presentarse directamente como un axioma para el nuevo planteamiento que se propone resolver y a veces no es explicitado como una hipótesis de trabajo.

En filosofía de la ciencia, la **reducción** es una operación epistémica por la cual se identifican y vinculan dos objetos reales (reducción ontológica) o dos objetos conceptuales (reducción gnoseológica) o bien un objeto (real o conceptual) se incluye en otro o se explica por otro. El **reduccionismo**, entonces, intenta explicarlo todo a partir de combinaciones de "algo" elemental (una sola sustancia, o componentes últimos). El reduccionismo biológico clásico propone la visión del organismo como máquina, y asume que no hay nada en los seres vivos que no pueda ser explicado por reacciones químicas que se observan igualmente en el mundo inorgánico. La vigencia de este enfoque revisado en lo que se denomina el "nuevo reduccionismo" es grande en un momento como el actual, que conoce un desarrollo espectacular de la biotecnología (San Miguel de Pablos, 2006).

Según Margalef (2002):

*Cuando un elemento o un subsistema se combina con otros en un sistema, se manifiesta cierta convergencia de comportamiento, en el sentido que cada elemento influencia las posibles variaciones de estado de los otros, y, en consecuencia, disminuye el número de los grados de libertad de que podrían gozar estos otros componentes. A veces se dice que un sistema es más que la suma de sus partes: esto depende de la definición que se dé de sistema entero, pero es saludable pensar que las posibilidades de los componentes quedan fuertemente limitadas tan pronto como los mismos se integran en el sistema: un sistema puede ser menos que la suma de sus partes.*

## **Sistema y Estructura**

Si consideramos a una estructura como un par ordenado de elementos **[M, S]**, donde **M** es el conjunto de objetos que integran la estructura y **S** es el conjunto de relaciones entre los objetos de **M**, entonces la determinación de la estructura de un sistema implica la identificación de los componentes del mismo y sus respectivas relaciones. La estructura espacial de un sistema debe ser entendida como una parte de la estructura total del mismo, y constituye el *esqueleto* o *marco* sobre el que se desarrollan los distintos procesos del sistema (Matějka, 1992).

Margalef (1980) señala que la estructura de la naturaleza aparece fragmentada en entidades a todos los niveles, y que sus elementos son siempre discontinuos, sean electrones, organismos, placas continentales o galaxias. Para Margalef (1980) la ecología puede ser considerada como el lenguaje que describe el nivel de estructura de los individuos, o sea organismos discontinuos, incluyendo otros niveles más bajos de estructura como el medio físico. Este autor (Margalef, 1963) también sostiene que todos los ecosistemas tienen una estructura, en el sentido de estar compuestos por partes diferentes o elementos, y que estos a su vez están dispuestos (distribuidos o arreglados) de acuerdo a patrones definidos. Las interrelaciones entre los elementos constituyentes de los ecosistemas son la base de esa estructura que se refleja en numerosos aspectos reconocibles y mensurables de los ecosistemas (diversidad específica, redes tróficas, relaciones ínterespecíficas). La estructura, en general, se hace más compleja, más rica, a medida que pasa el tiempo; es decir, la estructura está ligada a la historia del ecosistema.

## Madurez y Estructura

La *madurez* es una medida cuantitativa de la estructura que se incrementa con el tiempo en todo sistema no disturbado. El término *madurez* hace referencia al carácter histórico de la estructura. Se puede decir que un **ecosistema complejo**, esto es, compuesto por un gran número de elementos, con cadenas tróficas largas, relaciones entre especies bien definidas y especializadas, vida promedio de los individuos más extensa y especies con menor número de renovales o crías, es un **ecosistema maduro**. La madurez puede ser medida desde aspectos estrictamente estructurales (en términos de diversidad por ejemplo), o desde aspectos relacionados con materia y energía (como *producción primaria por unidad de biomasa total*, razón entre la productividad primaria y la biomasa total – P/B –). Un ecosistema que se torna más maduro incrementa la complejidad de su estructura y reduce el flujo de energía por unidad de biomasa (Margalef, 1963).

## Organización

Puede considerarse como la subdivisión de un continuo preexistente en distintos bloques, cada uno de los cuales tienen un comportamiento unificado y distinto uno del otro. Todo elemento de organización, por ejemplo la biomasa, ejerce cierta influencia sobre el desarrollo futuro del ecosistema, ya que determina la probabilidad de ocurrencia de un evento. Los sistemas con un alto grado de organización tienen estados futuros más predecibles y pueden transformar los *cambios al azar en el ambiente físico* o **disturbios** en *respuestas regulares* o **ritmos** (Margalef, 1963).

## Entropía y Neguentropía

En palabras de Schrödinger (2001), autor del término neguentropía:  
*Un organismo vivo evita la rápida degradación al estado inerte de “equilibrio”, y precisamente por ello se nos antoja tan enigmático; tanto es así que, desde los tiempos más remotos del pensamiento humano, se decía que una fuerza especial, no física o sobrenatural (vis viva, entelequia), operaba en el organismo, y algunas personas todavía piensan así.*  
*¿Cómo evita la degradación el organismo vivo? La contestación obvia es: comiendo, bebiendo, respirando, fotosintetizando, etc. El término técnico que engloba todo eso es **metabolismo**. La palabra griega de la que deriva (μεταβαλλειν) significa cambio o intercambio. ¿Intercambio de qué? (...) Todo proceso, suceso o acontecimiento -llámese como se quiera-, en una palabra, todo lo que pasa en la Naturaleza, significa un aumento de entropía de aquella parte del mundo donde ocurre. Por lo tanto, un organismo vivo aumentará continuamente su entropía o, como también puede decirse, produce entropía positiva -y por ello tiende a aproximarse al peligroso estado de entropía máxima que es la muerte-. Sólo puede mantenerse lejos de ella, es decir, vivo, extrayendo continuamente entropía negativa de su medio ambiente (...). De lo que un organismo se alimenta es de **entropía negativa**. O, para expresarlo menos paradójicamente, el punto esencial del metabolismo es aquél en el que el organismo consigue librarse a sí mismo de toda la entropía que no puede dejar*

*de producir mientras está vivo. (...) Por consiguiente, el mecanismo por el cual un organismo se mantiene así mismo a un nivel bastante elevado de orden (= un nivel bastante bajo de entropía) consiste en absorber continuamente orden de su medio ambiente. (...) En realidad, en el caso de los animales superiores, conocemos suficientemente bien el orden del que se alimentan, o sea, el extraordinariamente bien ordenado estado de la materia en compuestos orgánicos más o menos complejos que les sirven de material alimenticio. Después de utilizarlos, los devuelven en una forma mucho más degradada (aunque no enteramente, de manera que puedan servir todavía a las plantas; el suministro más importante de entropía negativa de éstas es, evidentemente la luz solar).*

En síntesis, podríamos expresar que la “neguentropía” o “entropía negativa” es la capacidad de autorregulación de un sistema para restablecer su orden interno, absorbiendo (o “robando”) orden de sistemas colindantes y, luego de utilizarlo, devolviéndolo en una forma más degradada (o más bien “regalándoles” sus excedentes de entropía).

*El segundo principio de la termodinámica (enunciado por Carnot, Clausius y Boltzmann) establece que las diferencias de temperatura entre ámbitos comunicados tienden a desaparecer, y que, una vez que han llegado a anularse (con producción de trabajo en el curso del proceso), no se restablecen espontáneamente. De acuerdo con el primer principio de la termodinámica la cantidad total de energía se conserva, pero el calor "degradado" por la igualación térmica, no puede ser empleado en producir más trabajo. La entropía es una medida del grado de homogeneización térmica (o de "aproximación a la distribución cinética de máxima probabilidad"), y el desarrollo teórico de las últimas décadas ha mostrado dos cosas: 1) que el desorden general -o caotización- de un sistema es equivalente a su entropía; 2) que si definimos una magnitud complementaria, la neguentropía ("entropía negativa"), ésta, en tanto que medida del grado de diferenciación (o de "orden improbable"), es homóloga al contenido de información del sistema. Pues bien, lo sorprendente es que mientras los objetos y conjuntos inorgánicos caminan espontáneamente en el sentido que marca el segundo principio, es decir, se desorganizan cada vez más, y tienden a distinguirse cada vez menos del medio (tal como una colina se erosiona hasta nivelarse con el terreno circundante), los seres vivos se desarrollan incrementando su complejidad estructural y su diferenciación con respecto al medio ambiente, aparte de tener una notable capacidad de incidencia en ese mismo medio. Más aún, contradiciendo la idea de una degradación imparable de la naturaleza terrestre, se observa un incremento de la complejidad -o lo que es lo mismo, de la neguentropía- en la evolución biológica. Dicho en otros términos, da la impresión de haber dos flechas opuestas del tiempo: una, la del mundo inorgánico, rigurosamente controlada por el segundo principio, que se dirige hacia la homogeneización, hacia la muerte térmica (que implica "información cero"); otra, la de los seres vivos, que apunta al crecimiento de la complejidad morfológico-funcional, así como a una maximización de la heterogeneidad, correlativa con un aumento en el "contenido de información" (San Miguel de Pablos, 2006).*

## Cibernética

De acuerdo con Norbert Wiener (1970), creador del término, es la teoría de la transmisión de información y del control de sistemas, sean estos máquinas o seres vivos. Plantea la existencia de una unidad fáctica entre: **a-** la transmisión de información, **b-** la presencia de sistemas de regulación (*conexiones con retroalimentación* -el sistema actúa sobre sí mismo mediante conexiones de reacción-), y **c-** la posibilidad de predicción de acontecimientos.

## Estocástico

Teoría estadística de los procesos cuya evolución en el tiempo es aleatoria, tal como la secuencia de las tiradas de un dado.

## Bibliografía

- Margalef, Ramón. 1963. On Certain Unifying Principles in Ecology. *The American Naturalist*, **XCVII (897)**: 357-374.
- Margalef, Ramón. 1980. La Biosfera, entre la Termodinámica y el Juego. Ediciones Omega S.A., Barcelona, 236 pp.
- Margalef, Ramón. 2002. Teoría de los Sistemas Ecológicos. Alfaomega. México D.F., 290 pp.
- Matějka, Karel. 1992. Some Aspects of the Theory of the Ecosystem Spatial Structure. *Ekológia (ČSFR)*, **11 (4)**: 369-377.
- San Miguel de Pablos, José Luis. 2006. "¿Qué es la Vida?". La Pregunta de Schrödinger. *Revista de Investigación e Información Filosófica*, **62 (234)**: 505-520. [www.upcomillas.es/webcorporativo/Centros/catedras/ctr/Documentos/SANMIGUELvida.pdf](http://www.upcomillas.es/webcorporativo/Centros/catedras/ctr/Documentos/SANMIGUELvida.pdf)
- Schrödinger, Erwin. 2001 (1ª Ed. 1944, "What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell"). ¿Qué es la vida?. Tusquets, Barcelona, 139 pp.
- Wiener, Norbert. 1970. Comienzo y Progreso de la Cibernética; en: Cibernética Hoy, Otto Walter Haseloff Ed.; *Editorial Tiempo Nuevo*, Caracas, pp. 11-17.