

2. RECENSIONES

EUGENE ODUM: *Ecología*. Compañía Editorial Continental, S. A. Calzada de Tlalpan, núm. 4.620, México 22, D. F.

E. ODUM es no solamente autor del libro que comentamos, sino también de buena parte de los principios que hoy rigen en ecología. Se trata, pues, de un autor en el sentido más estricto y significativo de la palabra.

La *Ecología* de E. ODUM forma parte de una serie de diez importantes libros que, escritos por destacados especialistas, abarcan todos los aspectos fundamentales de la Biología. Todos ellos están realizados a nivel de iniciación y ponen un énfasis especial en reflejar el rango conceptual y unificado que en la actualidad han alcanzado sus respectivas disciplinas.

El autor advierte que esta obra no es una adaptación de su obra anterior, ya clásica, *Fundamentos de Ecología*, sino una creación nueva escrita de manera diferente para una clase distinta de interesados.

El capítulo «Panorama de la Ecología» está dedicado a comentar la importancia del conocimiento ecológico y a precisar la naturaleza de este conocimiento.

El poder y la voluntad del hombre para alterar el medio ambiente ha aumentado a una velocidad mucho mayor que su comprensión de él. La supervivencia misma está amenazada y es urgente difundir al menos los principios básicos que ya conocemos, no solamente entre personas que deben mostrar un interés específico hacia esta disciplina, sino también entre el común de los ciudadanos, que en definitiva serán los que hagan posible integrar el conocimiento y la acción. La urgencia de esta difusión resulta aún más dramática si se tiene en cuenta que hay todavía muchas importantes cuestiones que deben ser averiguadas en ecología y que la necesidad del proselitismo y de la afluencia de nuevos investigadores se puede considerar hasta desesperada.

Se define la ecología como el estudio de la estructura y función de la naturaleza. La mutación que este concepto supone con respecto a los conceptos tradicionales, más ligados a la acepción descriptiva de su etimología, se basa en el hecho de que resulta imposible entender la apariencia cambiante de la naturaleza (del *oikos* o *casa*) si no se sabe cómo funciona. Tal punto de vista ha resultado ser extraordinariamente fecundo en consecuencias: la universalidad de los componentes básicos del medio natural, la unidad de funcionamiento de los ecosistemas, los procesos

En el mismo capítulo se hace una descripción de la distribución mundial de la energía primaria en términos de gramos por metro cuadrado y día—referida a un período de un año—. Del análisis de esta distribución se deducen importantes consecuencias: la productividad en estas condiciones no es función necesariamente de la clase de organismo productor o de la clase de medio, sino del aporte de materia prima, de la energía solar y de la capacidad del conjunto de los heterótrofos para utilizar y regenerar los materiales. Hay un límite superior bastante definido de la eficiencia con la cual la luz puede ser transformada en alimento.

El capítulo cuarto está dedicado a los ciclos biogeoquímicos; es decir, a los intercambios de materiales entre los elementos no vivos y los distintos niveles tróficos de los vivos. Se trata el tema general de los nutrientes y el del ciclo del azufre en los ambientes acuáticos y se establecen los dos tipos básicos de ciclos: aquellos cuya base abiótica o depósito es gaseoso y los que lo tienen sedimentario. Especial interés tiene el apartado dedicado a la incorporación que el hombre ha hecho de elementos radiactivos a los ciclos biogeoquímicos: complicadas cuestiones de patología (cáncer, etc.), genética (mutaciones, etc.) y ecología dependen de este hecho. Los productos de fisión (trozos de átomos de uranio) y de no fisión de los procesos atómicos dan lugar a isótopos radiactivos que penetran en la cadena de los alimentos, provocando en algunos casos la formación de isótopos de elementos biológicamente importantes, como el carbono, el nitrógeno, etc. La tendencia de los organismos a «atesorar» nutrientes produce en ellos concentraciones superiores a los del ambiente inmediato, creando campos de radiación local sobre células y tejidos. De todos los productos de fisión, el estroncio 90 es el que causa mayor preocupación; su llegada a los animales y a los hombres es especialmente rápida a través de la cadena de pastoreo cuando los pastos están sometidos a un régimen elevado de precipitaciones, escasez de calcio, baja fertilidad y carga excesiva de animales. El fenómeno se ha detectado como especialmente intenso en las ovejas y en los renos.

El capítulo quinto está dedicado al estudio de los factores limitantes. La conocida Ley de Mínimo de Liebig para los nutrientes puede ser generalizada también a los máximos adversos; la generalización puede ser todavía llevada a cualquiera de las condiciones complejas que rigen el desarrollo de una comunidad. Si tras esta generalización *extendemos* el concepto de limitación hasta obtener el de *regulación* (limitación ya no letal, sino freno que mantiene las condiciones de existencia en un cierto grado), la ley anterior sigue teniendo vigencia. Es una suerte que todos los elementos ecológicos tengan la misma importancia, pues ello proporciona una «puerta de entrada» al estudio de situaciones complicadas.

En el mismo capítulo se dan normas para el enfoque experimental del estudio de los factores limitantes, se estudia el proceso de compensación de factores (aclimatación y aparición de razas o ecotipos que pueden traspasar un determinado valor limitante inicial), se hace una breve referencia al carácter indicador de ciertas taxones con límites ecológicos estrechos («esteno») y se presentan las condiciones de existencia como factores reguladores: la luz, la temperatura y el agua en tierra, y la luz, la temperatura y la salinidad en el mar son destacados factores ecológicos

que pueden no solamente limitar la existencia, sino regularla, contribuyendo a la homeosis total del sistema. Incidentalmente, se presenta al fuego como un factor ecológico regulador de gran interés en aquellos lugares en que la escasez o la insuficiencia de microorganismos impide una velocidad conveniente de devolución de materiales al medio inorgánico.

El capítulo sexto trata de la regulación ecológica, especialmente en su aspecto de interacción de organismos con organismos. Tras subrayar que, contra lo que comúnmente se piensa, no es el ambiente físico el que dirige todos los procesos del ecosistema, sino que, completamente al contrario, son las comunidades las que modifican y regulan el ambiente físico dentro de ciertos límites, el autor pasa a ilustrar su afirmación con el interesante tema de la sucesión ecológica. Al igual que un ser humano, puede considerarse en todo momento como una entidad estable y permanente, en cierta medida, sin que por ello dejen de existir en él cambios graduales que lo conduzcan a un determinado estado de madurez, más estable y permanente que los anteriores, el ecosistema también es susceptible de una variación gradual, que recibe el nombre de *sucesión*. En un clima templado, un terreno labrado y abandonado pasa sucesivamente por los estados de pastizal, arbustos, bosque de pinos y bosque de hojas planas, variando también paralelamente su fauna. Lo interesante de este proceso es que es *ordenado y direccional* (y por tanto predecible), que es *consecuencia* de la modificación del ambiente físico por la comunidad y que culmina con el establecimiento de un ecosistema *tan estable* como sea posible en el lugar considerado. Odum pone especial interés en hacer distinguir que, aunque las especies implicadas y el grado de estabilidad alcanzado dependen de los factores físicos y del sitio, el proceso de sucesión *en sí* es biológico, no físico. El autor define con este motivo una serie de términos básicos: *etapa serial* (cada uno de los estados característicos de la sucesión), *serie* (conjunto de las etapas), *climax* (etapa final), *sucesión primaria* (la que se inicia sobre un lugar previamente ocupado por otras comunidades, ya desaparecidas), *sucesión autotrófica*, *heterotrófica*, etc... Existe el peligro, creemos, de interpretar la climax aquí descrita como el único ecosistema posible en un lugar determinado: las distintas etapas seriales también pueden serlo, aunque con distinto rango de estabilidad.

El autor propone un modelo simplificado de sucesión, llamado «modelo Margalef» en honor del ecólogo español que lo ideó. Este modelo de laboratorio junto con un modelo natural estudiado en el sureste de los Estados Unidos, ilustra una serie de importantes principios seriales: 1.º) Las clases de vegetales y animales cambian continuamente con la sucesión. 2.º) La biomasa y la materia orgánica aumentan. 3.º) La diversidad aumenta también. 4.º) La producción neta disminuye y la respiración aumenta (muy importante).

Otro importante aspecto de la ecorregulación, tratado en el mismo capítulo, es el del control biológico a nivel de población. Tras exponer que el control de una población (es decir, su regulación) se realiza, bien por el efecto de los reguladores primarios del ecosistema —energía, materiales, condiciones y comunidad—, bien por limitaciones internas de la propia población, el autor pasa a definir una serie de atributos necesarios para el desarrollo posterior del tema: densidad, natalidad, mortalidad, distribución por edad, dispersión (distribución en el espacio), proporción de

crecimiento, etc... Una limitación, o más propiamente regulación, clara de tipo no primario sobreviene por el mecanismo de la *competencia*, tanto si es intraespecífica como interespecífica. Un interesante tipo de competencia intraespecífica es la *territorialidad*, hábito de algunos animales, bien conocido por todos. Otro tipo de competencia, que acaso no debiera clasificarse así, es la *inhibición mutua*: Determinadas plantas, por ejemplo, liberan sustancias químicas que inhiben o matan cualquier otra planta que trate de instalarse en sus proximidades. La *pelea*, la *amenaza*, etc..., son otros ejemplos de control intraespecífico que se produce antes de que el alimento o cualquier otro regulador primario se vuelva limitante. La competencia interespecífica, que se produce cuando dos o más especies relacionadas ocupan un nicho igual o similar, da lugar a veces a una separación ecológica de las especies (principio de competencia-exclusión o de Gause, y otros mecanismos de separación en estudio); como en el caso anterior, esto puede suceder mucho antes de que los reguladores primarios se vuelvan limitantes.

La *predación*, cuando no es limitante, puede desempeñar un importante papel regulador o no desempeñar papel alguno. Un mecanismo de retroacción puede estabilizar el número de predadores y víctimas (es evidente que un aumento de predadores traería como consecuencia una disminución de víctimas e, inmediatamente después, una disminución de predadores por hambre y un aumento consiguiente de las víctimas, hasta que, tras varias oscilaciones, se consiguiese una cierta estabilidad). La situación entre dos especies interactuantes dependen del grado de vulnerabilidad de la víctima, así como de la densidad relativa y del hecho de si ambas especies han tenido una historia evolutiva común o no. Independientemente del efecto del predador sobre el ecosistema, el freno puesto por él a una determinada población evita que ésta, creciendo indefinidamente y acabando con su alimento, desaparezca finalmente. Numerosos e instructivos ejemplos ilustran este tema.

El *parasitismo*, que se puede considerar como una extensión del concepto predación, tiene atributos parecidos a aquél. Sin embargo, existen algunas diferencias notables, como la mayor especificidad de huésped que muestran los parásitos, la complejidad de sus ciclos, etc...

Se trata también en este capítulo el tema de las *plagas* y *pestes*. El control de plagas mediante pesticidas puede estar justificado en el caso de sistemas muy simplificados y conocidos —agricultura, por ejemplo—; no lo está, en cambio, en el caso de sistemas más complejos en los que los resultados pueden ser graves y, en cualquier caso, imprevisibles. Desparar insecticidas sobre cualquier cosa con la esperanza de alcanzar un pequeño blanco es exponerse a dañar mecanismos de mucha mayor importancia que la propia plaga.

Pero el control biológico a nivel de población no siempre entraña relaciones negativas. El autor describe otra serie de relaciones positivas tales como el *mutualismo* trófico o no (los individuos se proporcionan una ayuda mutua indispensable para ambos), el *comensalismo* (el comensal se alimenta de los restos de comida de su huésped, sin causarle daño alguno), etc...

El problema de la necesidad de una autorregulación humana es aludi-

do brevemente por el autor: la alternativa de regulaciones externas más severas —guerras, hambres, etc...— hace deseable que nuestra población se regule a sí misma. Es posible que esta autorregulación no venga impuesta por disposiciones directas, sino que se produzca de forma natural a través de cambios en los modelos de cultura.

El capítulo termina con un comentario sobre las relaciones entre ecología y evolución: la evolución ha permitido incrementar el control de la comunidad sobre el medio físico al aumentar la adaptación, diversidad y consiguiente estabilidad del ecosistema. Se cita el estudio de Keast que demuestra cómo las barreras ecológicas pueden ser tan efectivas como las barreras físicas y geográficas en la especiación (por ejemplo, tres fracciones de selva lluviosa separadas por fajas más secas en la costa este de Australia poseen tres variedades distintas de papagayos de higuera —*Opopsitta*—).

El séptimo y último capítulo está dedicado a la descripción de los ecosistemas más importantes del mundo: mares, estuarios y riberas, corrientes y ríos, lagos y «charcos», pantanos de agua dulce, desiertos, tundras, pastizales y bosques.

Prescindiendo ahora de la consideración detallada de todos estos temas, nos limitaremos a resumir solamente, y a título de ejemplo, lo relativo a los pastizales naturales: Después de referirse a sus condiciones macroclimáticas —intermedias entre las del desierto y el bosque, tanto desde el punto de vista anual como desde el de los cursos diarios—, el autor alude a sus formas de vida dominante —hierbas altas y bajas, formaciones cerradas y abiertas, componentes leñosos más o menos ocasionales, etc...—. Se señala que una comunidad pastizal bien formada contiene distintas adaptaciones a las distintas condiciones estacionales de un curso meteorológico, «compensando» los efectos y extendiendo así el periodo de la producción primaria. La comunidad pastizal produce un suelo especial: la corta vida de las hierbas da lugar a la adición de gran cantidad de materia orgánica; la humificación es rápida y la mineralización lenta. Los suelos de los pastizales naturales pueden contener de 5 a 10 veces más humus que los suelos de bosque, y están entre los más convenientes para el crecimiento de las principales plantas alimenticias que, como el maíz o el trigo, son también hierbas. En el nivel consumidor distingue dos grandes grupos biológicos: los consumidores que corren —bisonte, antílope, canguro, etc.— y los que utilizan madriguera —ardillas, topos, etc.—. La sustitución de estos animales por animales domésticos parece ecológicamente saludable, dado que el pastizal está sometido habitualmente a un pesado flujo de energías, pero el hombre tiene un historial de uso descontrolado del pastizal por sobrepastoreo y sobrelabranza que no conviene repetir (existen verdaderos desiertos hechos por el hombre). Como curiosidad se citan los grandes pájaros de pastoreo, ya extintos y cuyos vestigios se encuentran en Nueva Zelanda. En otro lugar de la obra, pero relacionado con el tema, se hace un comentario sobre compensaciones parciales de luz mediante poblaciones de plantas en pastizales: : la *Oxyria digyna*, de condición alpina y sometida a temperaturas similares en el Ártico y en lugares elevados de otras latitudes más bajas, está, sin embargo, sujeta a un régimen luminoso más pobre en el Ártico; se ha visto que, en estas últimas condiciones, la especie alcanza el punto de máxima actividad

fotosintética para una cantidad de luz mucho menor que en las altas montañas meridionales.

Cada capítulo de la obra contiene no una bibliografía general, sino una inestimable lista de lecturas recomendadas que puede permitir a los lectores interesados seguir profundizando acertadamente en el tema.

La edición, acaso no muy artística, tiene las grandes virtudes de la claridad, el orden y la más absoluta solidez; virtud esta última rara y especialmente estimable en libros que, como éste, deben soportar una asidua y hasta desconsiderada «presión» de lectura. (J. L. Allúe.)