



A una amapola
deja sus alas una mariposa
como recuerdo.

BASHO

Ecología, arcos de vegetación y sistemas complejos,

ERNESTO VICENTE VEGA PEÑA



Con unas pocas palabras exquisitamente organizadas, el poeta japonés Matsuo Basho transmitió una gran cantidad de ideas y sensaciones que no aparecen de modo explícito en el *jaikú*. Cualquier signo excedente, faltante o mal colocado, arruinaría el poema. Su validez, su belleza, está limitada por un estrecho margen de error. Lo mismo ocurriría con una novela de cientos de páginas, pues aunque esté ubicada en otra “escala” debido a su tamaño, la belleza de la obra seguiría estrechamente restringida.

Las manifestaciones de la vida son un poco así. Existen límites de forma y función dentro de los que se desarrollan todos los procesos biológicos que conocemos. Además, estos límites se manifiestan en distintas escalas espaciales y temporales. La gran diversidad de organismos que han aparecido en el planeta puede ser resumida con relativamente pocos *phyla*, o “diseños” básicos de animales y plantas. Se debe agregar que no hay formas “intermedias”, es decir, no hay seres que sean mitad mamífero y mitad molusco, por ejemplo (aunque algunos presidentes siembren la duda). El que no exista este tipo de quimeras da a entender que hay restricciones generales de estructura y función: del total de diseños imaginables, sólo algunos son viables. Hay otros contextos, sin embargo, en los que las restricciones no son tan evidentes.

Al hablar de fenómenos biológicos invariablemente se hace referencia a niveles de organización como genes, células, organismos y ecosistemas. Además se deben tomar en cuenta, casi de modo obligado, las escalas espaciales y temporales. Cada nivel de organización y sus procesos se estudian dentro de inter-

¿incipiente
ménage à trois?

valos espaciales y de tiempo más o menos definidos (por ejemplo, la meiosis ocurre en tiempos y escalas diferentes a los de una sucesión vegetal). Así es como se expresa la vida, formando grupos de distintos tamaños, de manera espontánea, sin ningún tipo de control superior. En dos palabras: se autoorganiza.

El estudio de los procesos ecológicos y de sus manifestaciones o patrones normalmente comienza ubicando la escala del fenómeno y los componentes más pertinentes. La finalidad es que al analizar las partes del problema y cómo éstas se relacionan, se puede explicar y, lo más ansiado, predecir aquello que ocurre en la escala superior. Este modo de investigar ha desempeñado y desempeña un papel muy importante en las ciencias biológicas contemporáneas, pero, con sus excepciones, la capacidad predictiva en la ecología es irrisoria si se le compara con la química, por ejemplo.

En la ecología las interacciones (de poblaciones, del medio y los individuos y así por el estilo) son, cuando menos, muy importantes. Todo puede interactuar con todo, directa o indirectamente. En ciertas ocasiones se puede conocer el resultado de esas interacciones de la manera descrita renglones arriba. Sin embargo, hay fenómenos, patrones en el espacio o en el tiempo, que no se pueden explicar estudiando las partes que los componen, es decir, que no están representados, codificados, en las escalas inferiores o superiores. Se trata de patrones muy peculiares que surgen cuando los elementos del sistema interactúan en condiciones muy particulares, como se verá más adelante.

Las comunidades

Las comunidades son ubicadas típicamente entre las poblaciones y los ecosistemas, por lo que hacen las veces de interfase. Se trata de conjuntos de varias poblaciones de diferentes especies que coexisten en el tiempo y en el espacio y que tienen una "identidad", a veces muy fácilmente reconocible y a veces no tanto (burdamente hablando, los ecosistemas agrupan varias comunidades, pero en ocasiones la diferenciación entre ambos tampoco es tan clara).

En ellas confluyen y se expresan fenómenos y procesos tanto poblacionales como ecosistémicos. Consecuentemente, la explicación de los patrones observados tiende a remarcar ya sea las partes que los componen o las influencias que reciben de escalas superiores. Semejante condición polifacética puede complicar su estudio.

Las dificultades comienzan desde la definición y límite de la comunidad (como brevemente vimos), tópicos obligados en los cursos de ecología de nivel superior. Una referencia clásica es la polémica de principios del siglo XX entre Frederic E. Clements y H. A. Gleason acerca de si la comunidad es un super-

organismo. Clements, en parte inspirado en el sistema de pastizales con que trabajó, concibió a la comunidad como un entidad cambiante que tenía un nacimiento, un desarrollo y una madurez o climax (este último condicionado por el clima de la zona, de ahí el nombre). Por su parte, Gleason refutó la existencia de tal coordinación entre las especies de una comunidad, diciendo que la presencia o ausencia de las poblaciones depende sólo de sus capacidades individuales de dispersión y colonización. Estas dos concepciones formaron "escuela" en la investigación de comunidades vegetales. Si bien es cierto que el enfoque analítico ha producido avances muy importantes para la comprensión de la dinámica de las comunidades, la interpretación integral sigue siendo necesaria para, digamos, ver el bosque y no sólo a los árboles. En cualquier caso, una propiedad que ambos reconocieron (explicada de modos distintos) y que está incorporada en los conocimientos ecológicos contemporáneos es

No hay una teoría que sea capaz de explicar la totalidad de los fenómenos; por necesidad todas son parciales.

que las comunidades cambian en el tiempo y en el espacio. Esos cambios presentan en ocasiones algún tipo de regularidad, es decir, forman patrones.

Un breve resumen de los aspectos que se estudian en las comunidades aparece en el recuadro de la siguiente página. Al leerlo surge la impresión de que debe ser algo difícil estudiar una comunidad tomando en cuenta al mismo tiempo todos los apartados mencionados. Quizás por eso es que cuando se estudian o se enfatiza en sus partes (poblaciones) o se les ve como una caja negra que responde a estímulos externos, como una perturbación, sin saber cómo están relacionados sus componentes.

¿Cómo representar una comunidad con todas sus interacciones? ¿Cuáles son las propiedades que la caracterizan, propiedades que no estén definidas en las escalas inferiores y que no sean casos particulares de procesos de escalas mayores? Lo ideal sería hallar una herramienta apropiada para el problema. ¿Qué deseáramos que hiciera esa herramienta? Por ejemplo, nos gustaría que respetara la propiedad básica del objeto estudiado, su complejidad, y que permitiera además contestar algunas preguntas generales sobre ellas, como: ¿permanecen sin cambios a lo largo del tiempo y en todas partes?, ¿tienen algo en común comunidades tan diferentes como las de arrecifes y las de desiertos?, y si a una de estas comunidades le pasara algo grave, ¿cómo estará dentro de tres años?

El estudio de las comunidades puede enfatizar uno o varios de los siguientes aspectos
(de ninguna manera se trata de una lista exhaustiva):

- 1 **Sus miembros en el espacio o tiempo.** Típicamente, el estudio de una comunidad comienza con la determinación de sus especies, sus abundancias relativas y ubicaciones en el espacio. Los índices de diversidad juegan un papel muy importante en el estudio y la delimitación de las comunidades.
- 2 **Las funciones** que realizan las poblaciones que la componen (por ejemplo, la comunidad de filtradores del arrecife Alacrán y la comunidad de granívoros del desierto central chihuahuense) y los efectos sobre el resto de la comunidad.
- 3 **Las interacciones** que mantienen sus miembros. Las comunidades también se han estudiado suponiendo que la interacción más importante es la competencia. Sin embargo, ahora se sabe que la depredación, la herbivoría y el mutualismo también son capaces de modificar fuertemente a la comunidad.
- 4 **La perturbación**, ya sea natural o de origen humano. Esta componente ya se reconoce como fundamental en la comunidad. La dinámica de formación de claros en

las selvas por caída de árboles y los incendios en bosques templados y pastizales son claros ejemplos. En cada caso las poblaciones aprovechan de diversos modos las consecuencias de la perturbación.

- 5 **La permanencia** en el tiempo y el espacio. Algunas comunidades, después de ser perturbadas, regresan a su condición original. Este proceso se denominó sucesión y es un concepto central en el estudio de estos temas. Al reconocerse como entidades dinámicas se han incorporado otras ideas muy relacionadas, como son la estabilidad (qué tan resistente es la comunidad a los cambios) y la resiliencia (qué tan rápido regresa a su estado original).

- 6 **La heterogeneidad y la escala.** Sucintamente, estos términos enfatizan que la comunidad (la naturaleza en general) no es uniforme, que su variación (heterogeneidad) es una propiedad intrínseca e inseparable, y que no se puede comprender realmente la dinámica de una comunidad sin tomarla en cuenta. Además, esa variación se halla acotada en tiempo y en espacio.

Los sistemas complejos

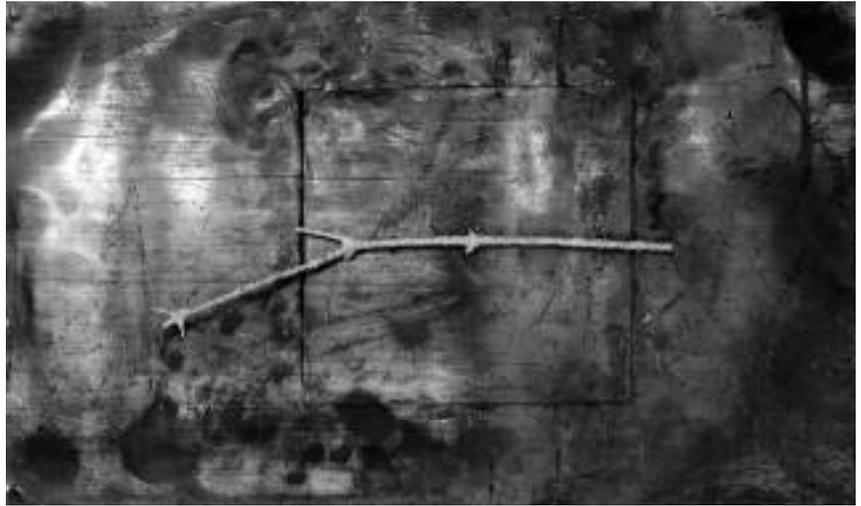
Los sistemas complejos hacen referencia a sistemas en los que hay muchos componentes relativamente simples que interactúan de modos no lineales en vecindarios locales, es decir, que un elemento se relaciona sólo con sus vecinos inmediatos. Además, presentan restricciones globales que no permiten la realización de todas las dinámicas locales.

La interacción conjunta de sus partes trae como resultado la aparición de patrones en el espacio y el tiempo que no están codificados en las interacciones de los componentes (de hecho son independientes de la naturaleza de ellos). Por eso se reconocen los sistemas complejos, pues tienen marcas de la casa y forman patrones.

Otra propiedad de los sistemas complejos es que, en ciertas condiciones, su correlación espacial es máxima: todos sus componentes, que sólo se pueden relacionar con sus vecinos, pueden estar conectados entre sí. Esto quiere decir que una perturbación (sin importar su intensidad) en unos pocos componentes tiene la posibilidad de propagarse a todo el sistema. Al hablar de

conectividad no hay que imaginar a las moléculas de un cuerpo sólido, que están todas conectadas estrechamente. Tampoco se trata de las moléculas de un gas. Es algo que está a medio camino entre el desorden y la rigidez y en una zona crítica. Esa correlación que no es explícita ni está caracterizada en los componentes del sistema surge de la interacción del total de los elementos del sistema.

Los patrones de los sistemas complejos tienen una característica que podríamos considerar dual: son a la vez particulares y generales. Son particulares debido a que los patrones no aparecen en todas las condiciones en las que se relacionan los componentes de un sistema, pues dependen de ciertos intervalos de valores de los parámetros que caracterizan al sistema. Son generales porque cuando se cumplen esos valores el patrón surge independientemente del sistema del que se hable. Es decir, que para la aparición del patrón no es necesario tener componentes muy específicos, sino que el sistema funcione en los intervalos críticos que ocasionan la formación de los patrones. Entonces, se pueden tener sistemas con bases materiales totalmente distintas que producen patrones similares. Se desarrolla así una idea de



pertenencia a algún tipo de dominio, en el que se cumplen las mismas reglas independientemente de quien las ejecute. Ésta es la idea del protectorado.

Los sistemas complejos hablan también de la validez de las escalas. Es perfectamente válido estudiar los componentes de un sistema, como lo es estudiar las interacciones de componentes; del mismo modo también es correcto estudiar los patrones que surgen en los sistemas complejos. En cada una de estas escalas se genera conocimiento valioso para comprender a todo el sistema. Sin embargo, el estudio de las interacciones no va a proporcionar toda la información necesaria para entender el patrón, porque se trata de jerarquías, de niveles de organización que son diferentes. En el mismo tenor, no se pueden conocer completamente los componentes aislados a partir del estudio de los patrones que forman, ya que cada nivel tiene propiedades exclusivas que no se pueden deducir de otras escalas, ni inferiores ni superiores. Una conclusión interesante de esto es que no hay una teoría que sea capaz de explicar todos los fenómenos; por necesidad todas son parciales.

Liaisons dangereuses

¿Por qué una comunidad ecológica se debería estudiar como si fuera un sistema complejo? ¿Qué ventajas puede traer el uso de técnicas y conceptos usados por la física? Llama la atención que algunos conceptos, muy estudiados en ambas áreas, coincidan en lo general. Esto permite la posibilidad de una comunicación entre áreas y que se puedan tratar los conceptos ecológicos con modelaje matemático, y viceversa.

Los componentes de una comunidad ecológica (poblaciones de distintas especies) efectivamente interactúan de modos muy diversos, generalmente en forma no lineal y en distintas

intensidades. Hay tanto interacciones ineludibles, como en el caso de los sistemas simbióticos, como vínculos facultativos. Sin embargo, los componentes de una comunidad no siempre presentan esa “simpleza funcional” de las partes de un sistema complejo. Una población de una especie puede afectar a otras de diversos modos (las hormigas arborícolas benefician a su hospedero eliminando y expulsando del árbol a los herbívoros). Además, las poblaciones no son homogéneas, pues tienen tamaños diferentes y no ejercen los mismos efectos en sus entornos. Su importancia en la comunidad cambia en el tiempo y en el espacio (un ahuehuate percibe y modifica su medio de modo distinto al ser plántula o al ser árbol adulto). ¿El que los componentes de un sistema complejo tengan varios grados de libertad afecta las propiedades de autoorganización? ¿Cómo afecta a un sistema complejo el que sus componentes no sean homogéneos? Estas dudas pueden ser interesantes de contestar tanto en el contexto de la ecología de comunidades como en el de los sistemas complejos.

La correlación de los sistemas complejos tiene un par de vertientes muy interesantes en la ecología: 1) el cambio temporal y espacial de las comunidades puede depender fuertemente de las condiciones iniciales, i. e. eventos ocurridos en las etapas tempranas condicionan el desarrollo del sistema. Tómese como ejemplo el modelo clásico de sucesión de Connell y Slayter, donde el desarrollo de la vegetación depende de si hay o no perturbación, y de los primeros colonizadores. La relación entre las etapas sucesionales maduras y tempranas es fundamental para que se regenere la cubierta vegetal, tanto en el modelo descrito como en la dinámica de claros de las selvas tropicales, y 2) son clásicos los cambios sorpresivos en la composición de una comunidad al introducir o extinguir una población. Típicamente la especie introducida crece como plaga excluyendo a



las demás y la especie extinta provoca extinciones en otras especies. También hay casos en los que no ocurre nada de lo anterior. Las “especies clave” parecen ser especialmente importantes en la conectividad de las comunidades.

Hay patrones y procesos que son irreductibles, pues no aparecen codificados ni en las escalas inferiores ni en las superiores. Además cumplen la condición de generalidad. Considérense las selvas tropicales de Asia y las de América. Las composiciones específicas son totalmente diferentes, sin embargo, la estructura general de estas selvas es la misma: altos índices de diversidad, muestran dinámicas de claros, tienen mucha biomasa en pie, etcétera.

¿Y la evolución?

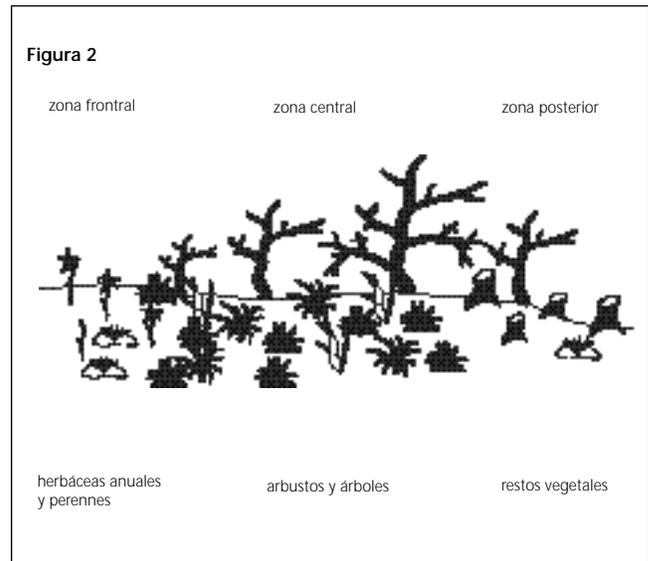
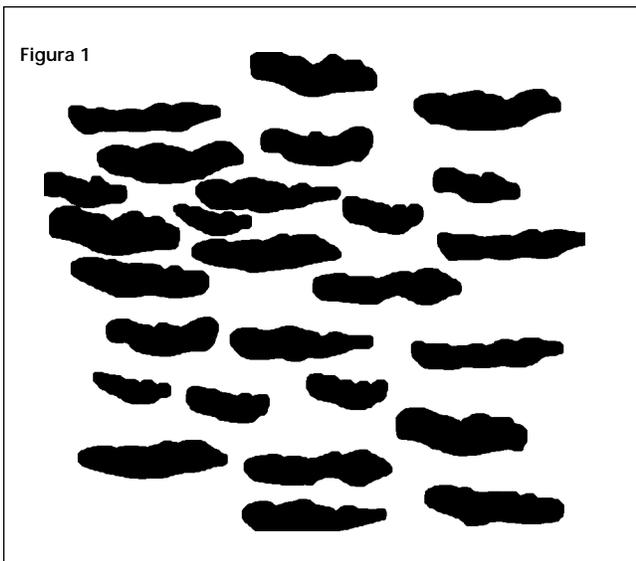
La complejidad de una comunidad se puede ver como una consecuencia de los procesos de especiación. Al haber más especies hay más maneras de crear y de usar nichos ecológicos y, consecuentemente, las interacciones intra e interespecíficas proliferan y se diversifican.

Por otro lado, se ha sugerido que la complejidad de las comunidades también se ve incrementada por el aumento de tamaño (pluricelularidad) y la complejidad de los organismos. Finalmente, al emplear la teoría de selección en varios niveles se ha llegado a proponer que las comunidades pueden verdaderamente ser unidades de selección.

De un modo o de otro estas explicaciones tienen como fundamento a la selección natural operando sobre el genoma de los organismos. Si bien es cierto que las partes (las poblaciones) de una comunidad evolucionan, la selección natural no podría actuar sobre las propiedades de los sistemas complejos, pues éstas no están codificadas en las poblaciones, si atendemos la definición de los sistemas complejos. Al no estar codificadas y no ser transmisibles de una generación a otra, la selección natural, en principio, no puede actuar.

¿Serán o no serán?

Un ejemplo de clara vinculación potencial de los sistemas complejos con la ecología de comunidades puede ser el de los arcos de vegetación. Se trata de densos arreglos vegetales en forma de banda separados por suelo descubierto, que aparecen en varias regiones desérticas del mundo, como África del norte, Australia y en el desierto chihuahuense de México. Sus tamaños varían, pero en general tienen algunas decenas de metros de ancho por unos pocos cientos de metros de largo (figura 1). Se les encuentra sólo en lugares con pendientes muy ligeras, no mayores a 1%. Las condiciones climáticas de estos desiertos son similares: llueve poco y en pulsos intensos, por lo que a veces la

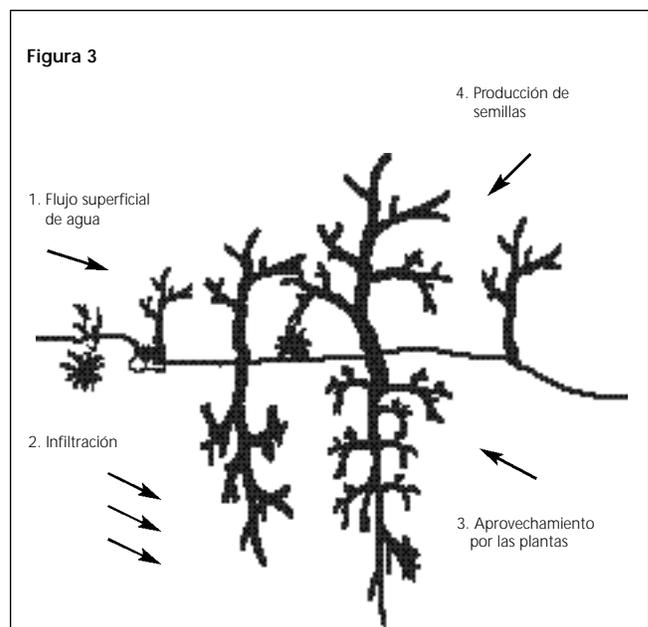


lluvia no alcanza a infiltrarse en el suelo y escurre de modo laminar sobre éste.

Las composiciones específicas de los arcos de los tres continentes son totalmente diferentes, pero la forma del arco es la misma: son mucho más largos que anchos y el eje principal es perpendicular a la pendiente del terreno. La orientación de los arcos permite distinguir una zona frontal, la que mira hacia arriba, y una zona posterior que mira hacia abajo (figura 2). Las plantas que componen el arco no se distribuyen en él de modo azaroso. Las herbáceas anuales y perennes tienden a agruparse al frente, mientras que los arbustos y los árboles pequeños lo hacen en el centro del arco. En las regiones posteriores se encuentran restos secos de troncos de árboles y de arbustos. El suelo dentro de los arcos de vegetación, al tener gran contenido de materia orgánica, es mucho más permeable que el suelo entre arcos, muy arcilloso y fácilmente saturable (lo que facilita el escurrimiento de agua antes descrito).

Todas estas características hacen de los arcos de vegetación unidades funcionales que interceptan el agua de lluvia que no se infiltra en el suelo entre los arcos y que escurre en la superficie. Al llegar a la zona frontal del arco el agua se infiltra y puede ser aprovechada por las plantas (que son las que caracterizan al propio arco). De este modo se produce un ciclo retroalimentado en el que las plantas usan el agua del suelo para crecer, establecerse y así interceptar más agua (figura 3).

Como ya se expuso antes, las plántulas tienden a agregarse al frente del arco, pues en esa zona el contenido de agua en el suelo es mayor. Además, en ocasiones es posible encontrar entre dos arcos de vegetación restos muy desgastados de troncos, evidencia inequívoca de que en esa región existió cubierta vegetal. Estos elementos inducen una pregunta: ¿los arcos avan-



zan subiendo la pendiente? La idea de una comunidad vegetal que provoque gradientes ambientales que le son favorables, y que además los pueda seguir en el espacio, es por lo menos muy interesante. Desafortunadamente, las dinámicas biológicas en zonas áridas se perciben sólo al paso de muchos años, por lo que la pregunta se puede contestar por ahora con evidencia indirecta. Por lo menos se sabe que los arcos pulsan, aumentan de tamaño cuando los años son lluviosos y disminuyen si éstos son secos.

¿Cómo se forma un sistema de arcos de vegetación? Se han propuesto dos explicaciones generales. Una dice que se originaron a partir de una cobertura vegetal uniforme que se fragmen-



tó paulatinamente debido a cambios en el régimen de lluvias. La otra sugiere que se forman en zonas abiertas, gracias a la colonización de unas pocas plantas. Estas pioneras modifican ligeramente su entorno, acumulando suelo a su alrededor y creando microambientes favorables para que otras plantas menos resistentes se establezcan junto a ellas. Se desarrolla progresivamente un ciclo retroalimentado de colonización y modificación del terreno que a la larga forma los arcos. Ninguna ha sido demostrada de manera definitiva, pero ambas hipótesis tienen su encanto y quizás tengan alguna participación en el desarrollo de estos sistemas.

Para que se desarrollen los arcos deben coincidir varias características ambientales en intervalos de valores bastante definidos. Además, las plantas que los componen interactúan, y también lo hacen con el medio, de modo tal que los arcos de vegetación se vuelven estables. Las interacciones de vecinos se consideran muy importantes para el mantenimiento del arco y casi seguramente para su formación. En pocos sistemas es tan clara la vinculación de procesos que ocurren en diferentes escalas: regímenes de lluvia, propiedades del suelo, colonización y establecimiento de plantas, etcétera. El hecho relevante es que

dondequiera que se cumplan estos requisitos el patrón espacial aparece, sin importar las identidades de las plantas. Los arcos tienen esa propiedad dual, son generales y particulares.

Pareciera que los arcos de vegetación pueden caer en el campo de los sistemas complejos, pues los patrones bandeados (el patrón emergente) no están codificados de ningún modo en los componentes (plantas o ambiente) ni en sus interacciones. También es notoria la importancia de las interacciones de plantas vecinas, por lo que existe conectividad entre los componentes del sistema. Sin embargo, sus elementos no son iguales ni equivalentes, ni tampoco se han detectado esas fluctuaciones típicas de los sistemas complejos, que indican una gran correlación entre todos los elementos del sistema. Para saber con certeza si son o no son quizás habría que hacer preguntas y experimentos con enfoque de sistemas complejos, además de usar los métodos y conceptos de la ecología.

A manera de despedida

Las preguntas hechas acerca de las comunidades no se pueden contestar en un espacio tan breve. Y las respuestas urgen, tanto

en el campo teórico como en el aplicado. El control de plagas y epidemias, la recuperación de selvas y de especies en peligro, el manejo de recursos y el control de la contaminación son unos poquísimos temas en los que es necesario tomar en cuenta las relaciones entre componentes y sus comportamientos sinérgicos. Son sistemas complejos y creo que así deben estudiarse. La solución de un problema reside parcialmente en darle la identidad adecuada. Es difícil hacerlo si se le concibe de modo incorrecto o parcial.

La relación entre la ecología y los sistemas complejos dista de estar bien desarrollada. A mi parecer se halla en sus muy tempranos inicios y es necesario comparar de manera más sistemática evidencias y conceptos de ambos campos. Seguramente no será fácil ese ejercicio, pero hay claros ejemplos que sugieren lo fascinante que puede ser este camino que apenas empieza (la sola posibilidad de representar conductas sociales con modelos simples es sencillamente seductora). Quizás aprendamos a ver el mundo de otro modo. Otto-Raúl González declara lo que para él es el significado de la poesía, significado que muy bien podría impregnar el quehacer científico:

Trozo de vidrio

Y qué es la poesía sino un espejo / un trozo de vidrio vagabundo / que resume lo mejor del mundo altorrelieve de un fugaz reflejo. 🦋



Ernesto Vicente Vega Peña
Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.

AGRADECIMIENTOS

A Pedro Miramontes, en particular, y a los miembros de la "cofradía de biomatemáticos", en general, sus generosos comentarios que mejoraron enormemente este ensayo, breve a pesar de sus esfuerzos.

NOTA

El jaikú es una forma poética japonesa, normalmente organizada en versos de cinco, siete y cinco sílabas. Basho (1644-1694), forjador del género, lo definió así: jaikú es lo que está sucediendo en este lugar, en este momento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cornet, A. F., C. Montaña, J. P. Delhoume y J. López-Portillo. 1992. "Water flows and the dynamics of desert vegetation stripes", en A. J. Hansen y F. di Castri, eds., *Landscapes Boundaries. Consequences for*

biotic Diversity and Ecological Flows. Springer-Verlag. (Ecological Studies, 92)

Boaler, S. B. y C. A. Hodge. 1964. "Observations on vegetation arcs in the northern region, Somali Republic", en *J. Ecol.*, 52, pp. 511-544.

Bonner, J. T. 1988. *The Evolution of Complexity by Means of Natural Selection*. Princeton University Press (interesante texto acerca de la evolución de varias facetas de la complejidad biológica —como la conductual, la embriológica y la filogenética— usando como base la teoría de la selección natural).

Connell, J. H. y R. O. Slayter. 1977. "Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization", en *Am. Nat.*, iii, pp. 1119-1144.

Griegsmith, P. 1979. "Pattern in vegetation", en *J. Ecol.*, 667, pp. 755-779 (el número 3 del volumen 20 (1999) de *Acta Oecológica* está dedicado a los arcos de vegetación de algunas regiones del mundo).

Montaña, C. 1992. "The colonization of bare areas in two-phase mosaics of an arid ecosystem", en *J. Ecol.*, 80, pp. 315-327.

O'Neill, R. V., D. L. DeAngelis, J. B. Waide y T. F. H. Allen. 1986. *A Hierarchical Concept of Ecosystems*.

Princeton University Press (en varias secciones de este libro aparecen conceptos y definiciones similares a los de los sistemas complejos. Sin embargo, no encontré una mención explícita sobre ellos. Pareciera que en 1986 estos temas todavía no llegaban a la ecología con la nomenclatura usada ahora).

Wilson, D. S. 1997. "Biological communities as functionally organized units", en *Ecology*, 78(7), pp. 2018-2024 (en este artículo el autor hace mención explícita de los sistemas complejos y su vínculo con las comunidades biológicas. Invito al lector a que lea la interpretación que este autor hace de los sistemas complejos y la compare con la expuesta en esta revista. La hallará contrastante, por decir lo menos).

IMÁGENES

P. 24: Perla Krauze, *Paisaje núm. 7*, 1999. Karl Blossfeldt, *Silence conica*, 1900/1926. P. Krauze, *De lo precario a lo permanente*, 1999. P. 28: K. Blossfeldt, *Cotula turbinata*, 1900/1926. P. Krauze, *Detalle de la naturaleza núm. 3*, 1997. P. 30: P. Krauze, *Permanencia*, 1999. P. 31: K. Blossfeldt, *Cerastium chlorifolium*, 1900/1926.