

El paisaje



en ecología

ELVIRA DURÁN • LEOPOLDO GALICIA • EDUARDO PÉREZ GARCÍA • LUIS ZAMBRANO

¿Quién no ha visto los programas de Bob Ross que enseña en menos de una hora a pintar un paisaje con ayuda del verde vejiga o del rojo carmesí? Sus cuadros representan bosques, montañas nevadas, lagos y trigales que están “bajo alegres nubecillas que danzan en el cielo”. Este señor de cabellos a la afro pinta paisajes que surgen de su visión de la naturaleza, aunque para observar otros “reales”, podemos ir al MUNAL en el centro de la ciudad de México, en donde es posible admirar preciosos óleos de fines del siglo XIX pintados magistralmente por José María Velasco, que representan a la campiña mexicana. La obra de los pintores paisajistas indica que el paisaje normalmente se refiere a la variedad de cosas que puede ver el ojo humano, ya sea en pequeñas o grandes extensiones de terreno (un río, una ciudad, los cultivos, los bosques, etcétera), pero... ¿será que esta percepción del entorno inspiró el desarrollo de toda una disciplina en las ciencias naturales? Pues así es, el interés por comprender de manera integral los patrones y procesos ecológicos del espacio que percibimos dio origen a la ecología del paisaje.

Ésta es una disciplina que integra aspectos del área biológica y de las ciencias de la tierra, y que tiene al paisaje como su principal objeto de estudio. La premisa fundamental de esta doctrina es que la heterogeneidad ambiental de una extensión de terreno influye en los patrones y procesos ecológicos. En 1939, el alemán Carl Troll realizó una integración del enfoque geográfico y del botánico para acuñar el término de ecología del paisaje. Sin embargo, en su desarrollo esta disciplina ha ido estructurando un cuerpo teórico y metodológico para el análisis de la relación entre el componente biológico y el medio físico, y en algunos casos, el factor humano.

Además de las preguntas académicas, la crisis ambiental y la necesidad de un uso racional de los recursos naturales han propiciado que numerosos cuestionamientos y acciones prácticas en la ecología, en las ciencias ambientales y en el manejo de los recursos hayan adoptado la perspectiva integradora de la ecología del paisaje. Esta situación se refleja, entre otras cosas, en el incremento de trabajos publicados sobre el tema en las revistas especializadas de mayor difusión en eco-

logía básica y aplicada. Sin embargo, esta tarea —especialmente en lo referente a la investigación básica— se enfrenta a los problemas semánticos y conceptuales derivados de una amplitud de interpretaciones de lo que es el paisaje. Por ello, consideramos que el concepto de paisaje debe acotarse para que contribuya a la edificación de bases conceptuales, teóricas y aplicadas en ecología.

El uso de la palabra paisaje, como término técnico, se ha incrementado en la última década entre las ciencias sociales y biológicas. Sin embargo, aun cuando en todas ellas se refiere a una extensión de terreno, el paisaje no ha sido definido claramente ni delimitado en el espacio —situación que propicia la interpretación individual de quien lo usa. La tarea de discutir qué se entiende por paisaje es importante porque a lo largo de la historia se ha comprobado que, en el ámbito científico, la libre interpretación de un concepto genera problemáticas al momento de alcanzar conclusiones. El hecho de que cada persona tenga una visión particular sobre un concepto determinado, equivale a hablar idiomas distintos y a pretender que



	<p>Una extensión de terreno compuesta de una agregación de componentes que interactúan y que se repiten a través del espacio (Forman y Godron, 1986).</p> <p>El total de entidades físicas, ecológicas y geográficas que integran todos los patrones naturales y humano (Naveh y Lieberman, 1987).</p> <p>Un escenario natural integrado por un conjunto de formas de relieve (Wiens, 1995).</p> <p>Es un complejo de sistemas que simultáneamente forman una extensión de terreno reconocible, formada y mantenida por acción mutua de factores abióticos, bióticos y humanos (Zonneveld, 1995).</p> <p>Una configuración topográfica, con un patrón de cobertura de vegetación y de uso del suelo, que delimita con coherencia procesos naturales y actividades antrópicas (Green <i>et al.</i>, 1996).</p> <p>Es una escala espacial adecuada a la cual se pueden investigar procesos ecológicos (Farina, 1994).</p>
CUADRO 1	DIFERENTES DEFINICIONES DE PAISAJE

se habla uno común. Esto crea el riesgo de que cada interlocutor genere conclusiones afines al concepto que adoptó, y no a las derivadas de la interpretación de los hechos bajo una referencia común. En años recientes, la necesidad de desarrollar un sistema conceptual en distintas disciplinas ha propiciado que varios investigadores, sociedades académicas y filósofos de la ciencia se hayan involucrado en la discusión de conceptos clave, entre los que figura el paisaje como un tema no agotado.

Especialmente en ecología, tiene distintas concepciones, ya que en al-

gunos casos se le ha referido de manera intuitiva como un escenario (cuadro 1). También se plantea como un espacio de naturaleza heterogénea en donde tienen lugar distintos fenómenos naturales o se desarrollan diferentes actividades y problemáticas antrópicas; o bien, como un espacio donde ocurren distintos procesos biológicos y se manifiestan y perciben patrones naturales. En dichos planteamientos no es claro el contexto espacial y los elementos que lo delimitan, por lo cual parecen ambiguos en cuanto a la naturaleza del paisaje que abordan y sus límites (que pueden ir



desde cientos de metros hasta regiones de miles de hectáreas).

Considerando esta situación, proponemos la siguiente definición pragmática: El paisaje es un ecosistema acotado espacialmente a nivel de mesoescala, de naturaleza heterogénea y que presenta una estructura inherente, la cual está conformada por parches homogéneos en sus características edáficas (suelos), litológicas (rocas) y topográficas, así como biológicas (vegetación u otros organismos estructural o funcionalmente importantes). Esta definición no incluye de manera explícita al factor humano (aunque da apertura para considerarlo), porque en ecología básica se tiene particular interés por entender los patrones y procesos ecológicos naturales y por ello comúnmente se realizan estudios en reservas ecológicas o sitios con menor influencia antrópica. Asimismo, la definición propuesta pretende disminuir la ambigüedad respecto a la escala del paisaje, sus límites y los criterios para determinar su estructura, y mostrar que este espacio es una unidad natural de estudio. Por lo tanto, consideramos que cualquier estudio en ecología del paisaje, previo a abordar una pregunta, debería documentar o tratar de comprender cuál es la estructura espacial de la heterogeneidad ambiental (medio físico y biológico) que se analizará.

Por el carácter técnico de la definición anterior, es conveniente discutir el problema de las escalas en ecología y especialmente el término "mesoescala", así como lo referente a las características de medio físico, en particular en lo relacionado al suelo, la litología y la topografía, debido a que son la base para entender la heterogeneidad ambiental.

Las escalas en ecología

La escala se refiere a dimensiones cuya delimitación permite comparar sistemas de acuerdo a la magnitud de sus diferencias. Las escalas espaciales y temporales son las más analizadas en ecología de paisaje. Convencionalmente, los estudios ecológicos se ubican en tres dimensiones: la microescala o escala local, la mesoescala, y la macro o megaescala. La mesoescala es la dimensión a la cual se aboca el estudio del paisaje y que en el sentido espacial, corresponde a extensiones mayores a hectáreas, pero menores a miles de kilómetros cuadrados (regiones). Asimismo, esta escala se limita en el tiempo más allá de años y hasta decenas de siglos. Se ha comentado que el paisaje posee una estructura, la cual mantiene una relación jerárquica con otras escalas, es decir, con fenómenos que ocurren a otras escalas espacio-temporales.

A partir de numerosos estudios se tiene claro que la comprensión de un fenómeno ecológico es diferente cuando se aborda su análisis a distintas escalas. Por ello, actualmente la dimensión espacial se considera como una de las nuevas fronteras de la ecología. Sin embargo, la pregunta de a qué escala es correcto abordar el estudio de un determinado fenómeno ecológico no tiene una respuesta acertada si no es a la luz de metas y preguntas específicas, ya que, a diferencia de otras ramas de la biología como la fisiología celular o la biología molecular, en ecología los estudios se realizan a diferentes niveles si son individuos, poblaciones, comunidades o ecosistemas de lo que se trata.

Debido a que todos los fenómenos biológicos (los ecológicos incluidos) tienen una naturaleza jerárquica, no



es posible conocer todo acerca de un fenómeno ni desde todas las dimensiones espaciales y temporales posibles en que éste opera. Esto tiene la virtud de abrir horizontes inimaginables para tratar de visualizar y estudiar aspectos biológicos a diferentes escalas; sin embargo, al mismo tiempo limita los alcances de los resultados generados al analizar solamente una escala. Por lo tanto, en función del propósito de estudio es necesario definir la escala más apropiada para efectuar un análisis, sólo así el paisaje puede ser promisorio para estudiar diferentes fenómenos en ecología, los cuales no podrían ser comprendidos a otras escalas.

La estructura del paisaje

El análisis de los patrones y procesos ecológicos en un paisaje requiere el conocimiento de su estructura, la cual corresponde a la disposición espacial de extensiones de terreno que son ambientalmente diferentes y se denominan parches.

Una metodología que nos aproxima a delimitar los parches en un paisaje es la provista por el enfoque morfoedafológico, el cual permite delimitar áreas homogéneas en cuanto a su medio físico, denominadas unidades morfoedafológicas. Éstas se caracterizan por su constancia edáfica (tipo de suelo) y geomorfológica, entendiéndose a esta última como la integración de la forma del relieve, la litología superficial (roca madre) y los procesos morfodinámicos (como la erosión y los flujos de agua). En general, las características morfoedafológicas no son independientes del componente biológico, por ello, el integrar ambos aspectos hace posible distinguir a los parches, que son áreas ambientalmente homogéneas en cuanto al medio físico y el biológico (*i.e.* el tipo de vegetación cuyo carácter de homogeneidad podría incluir además variables estructurales como la cobertura, el área basal y la composición de especies).

Un elemento básico en la estructura de un paisaje es la matriz, la cual se considera como el elemento pre-

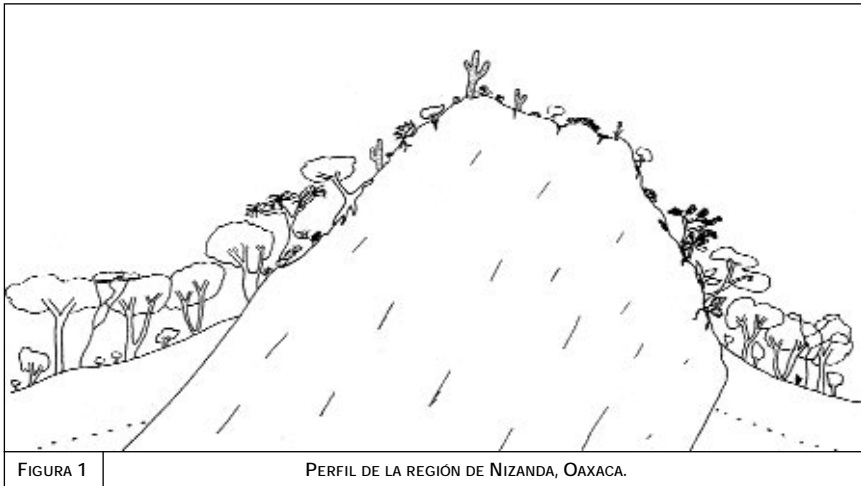


FIGURA 1

PERFIL DE LA REGION DE NIZANDA, OAXACA.

dominante, ya que comprende la forma de los parches y su extensión, su número, su dinámica interna y la conexión que mantienen entre sí, que son las características más importantes para definir la estructura del paisaje. Con base en esta última es posible reconocer en el paisaje un arreglo espacial a manera de mosaico, donde la interacción de los parches genera dinámicas ecológicas propias. La dinámica y la estructura constituyen las propiedades emergentes del paisaje y determinan la naturaleza e intensidad de los procesos ecológicos en el espacio. El hecho de analizar a estos procesos desde una perspectiva espacial permite obtener información que generalmente no es proporcionada por la ecología tradicional. Con la finalidad de presentar más elementos que permitan ubicar el aporte del enfoque paisajístico en ecología básica, presentamos un ejemplo de las bondades de éste en el estudio de la vegetación de islas de hábitat en un ecosistema tropical mexicano.

Enclaves de vegetación xerófila

En la región de Nizanda, Oaxaca, el paisaje está conformado principal-

mente por lomeríos de esquistos de baja altitud, entre los que irrumpen de forma abrupta y de manera muy vistosa, afloramientos de roca caliza carentes de suelo desarrollado. Los afloramientos rocosos son discontinuos y pueden reconocerse como islas de hábitat (parches), ya que las plantas que se establecen en ellos contrastan con las de la vegetación circundante, debido a que su morfología recuerda más a las formas de vida de una zona árida. Por lo anterior, fueron denominados como enclaves de vegetación xerófila.

En Nizanda predomina la vegetación arbórea tropical estacional, la cual es propia de la vertiente mexicana del Océano Pacífico y se caracteriza por presentar árboles de baja estatura (menores de quince metros) que carecen de hojas durante la temporada seca. A este tipo de vegetación se le puede llamar selva baja caducifolia, y en ella puede haber comunidades carentes de una cobertura arbórea continua, dominadas por plantas con mayores adaptaciones a la baja disponibilidad de agua (plantas xerófilas), como los magueyes (*Agave*) y las cactáceas, tanto columnares (*Cephalocereus*) como globosas (*Mammillaria*). Por estas ca-

racterísticas se clasifican como un matorral xerófilo.

De esta manera, la cuantificación de las diferencias en composición y estructura de la vegetación xerófila respecto de la matriz de la selva se planteó como objeto de estudio bajo un diseño de muestreo acorde con los métodos tradicionales. No obstante, las islas de hábitat calcáreas de Nizanda nos tenían reservados algunos secretos. Inicialmente se pretendía comparar dos tipos de vegetación muy contrastantes, el matorral xerófilo y la selva baja caducifolia; sin embargo, al recorrer el sitio de estudio se hizo evidente la existencia de una tercera comunidad cuyas características eran intermedias entre las otras dos, ya que presentaba un dosel continuo pero su flora era muy xerófila, particularmente en el estrato bajo (sotobosque). Por lo que se hizo un análisis de la vegetación de este sistema de estudio concibiéndolo como un gradiente ambiental, para lo cual el diseño contempló la toma de muestras en las cimas, las laderas y el pie de monte de los enclaves.

Una vez que se puso en marcha el muestreo de la vegetación, fue evidente que esta nueva delimitación de las tres comunidades era una sobresimplificación incapaz de reflejar completamente la realidad. Si bien existía una buena correspondencia entre la ubicación topográfica y el tipo de vegetación, no todas las cimas tenían matorrales xerófilos y la inclinación de la ladera no determinaba siempre la existencia de comunidades intermedias. Por esta razón fue necesario replantear la selección de sitios de muestreo, considerando que si lo que se quería era comparar las diferencias florísticas entre comunidades, había que definir criterios independientes de la com-



posición de especies pero asociados claramente a algún factor ambiental. Un primer criterio fue la continuidad del suelo, es decir, si éste era continuo y relativamente profundo o si había afloramientos de la matriz de roca, creando un suelo discontinuo y somero; otro criterio fue la continuidad del dosel, y con base en él se separó el matorral xerófilo de las comunidades arbóreas. Con la combinación de estos dos criterios se realizó el muestreo de la vegetación, reconociendo tres comunidades de estudio: el matorral xerófilo, la selva en roca y la selva en suelo desarrollado (figura 1).

Una vez realizados estos ajustes, los resultados del muestreo permitieron examinar la hipótesis de que la riqueza de especies por unidad de área disminuye al aumentar las restricciones del hábitat. Los resultados obtenidos mostraron un abatimiento escalonado de la riqueza de especies, donde el recambio de especies llegó a ser de 100% en distancias de decenas de metros, por lo que las diferencias en la composición florística fueron mayores a lo largo del gradiente ambiental respecto a las obtenidas al interior de cada comunidad. Por el contrario, cuando los criterios de muestreo no

se aplicaron estrictamente se obtuvieron resultados opuestos a la predicción original. Esto se ejemplifica en uno de los cuadros de muestreo ubicados en la mitad del gradiente ambiental, ya que una parte fue situada en la matriz de roca y la otra en una depresión con una mayor acumulación de suelo. Como consecuencia de ello, este cuadro presentó el mayor número de especies obtenido para una muestra individual. Además, había problemas para agruparlo con los de su categoría en los análisis de clasificación multivariados que se realizaron, dado que la composición de especies era mixta, tanto de las comunidades xerófilas como de la selva que crece donde hay suelo.

Una de las lecciones que se derivan de este trabajo es que los atributos topográficos por sí mismos pueden ser insuficientes para delimitar a las comunidades vegetales de un sistema complejo. Pero cuando a estos criterios se anexan características edáficas y caracteres fisonómicos de la vegetación, los parches se delimitan mejor y es posible reconocer su arreglo espacial. Una gran ventaja de los resultados así obtenidos no sólo radica en que se pueden explicar los

patrones de la vegetación, sino que además permiten reconocer con más confianza a las especies que tienen distribución restringida. En el caso de los afloramientos de roca caliza de Nizanda, cada tipo de vegetación presentó especies exclusivas, es decir, que no se comparten con las otras. Sin embargo, fueron las dos comunidades xerófilas que se desarrollan en la matriz rocosa las que concentraron a las especies microendémicas (de distribución muy restringida), como *Agave nizandensis* y *Barkeria whartoni*. Resumiendo, al tener una descripción más detallada de la estructura del paisaje se pueden tener patrones más claros de distribución de las especies.

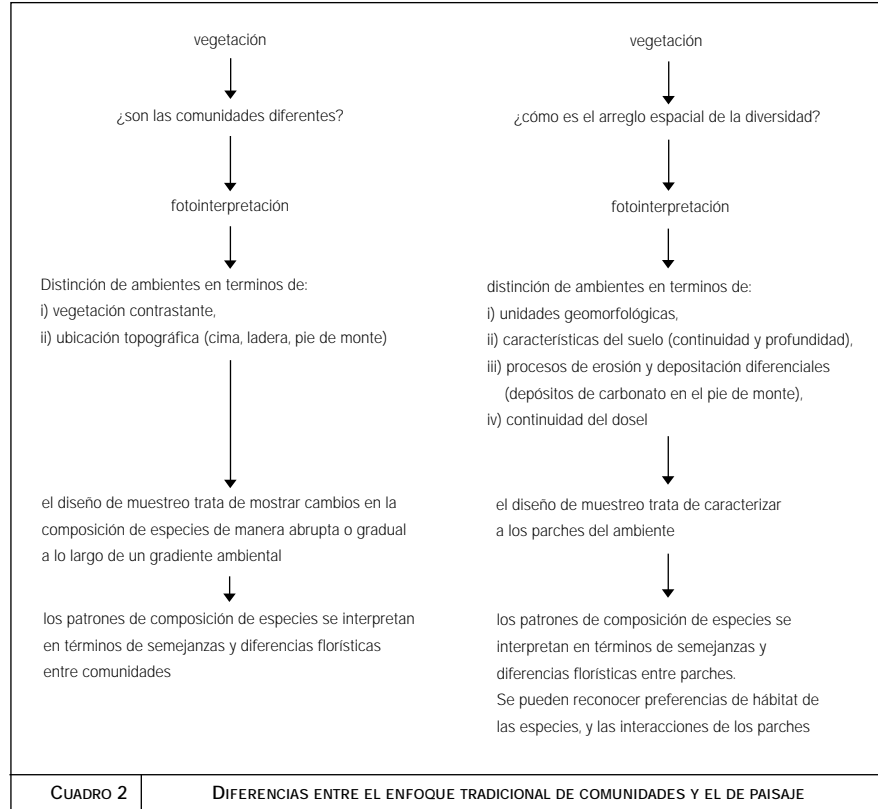
Otra bondad del enfoque paisajista es que la secuencia topográfica puede analizarse desde distintas perspectivas y no sólo como un análogo de una secuencia temporal formada por el gradiente ambiental. En el caso de los enclaves de vegetación xerófila, la relativa estabilidad de los afloramientos calcáreos en el tiempo hace que no tenga sentido ubicar a las distintas comunidades como etapas sucesionales, sino más bien hay que reconocerlas como parches de vegetación coexistentes, con interés bioló-

gico propio. Así, existe la posibilidad de que las comunidades xerófilas representen relictos de una vegetación que anteriormente estaba más extendida, como lo sugiere la presencia de organismos endémicos con características ancestrales.

Implicaciones para la ecología

El concepto de paisaje que presentamos puede ayudar a uniformar el lenguaje técnico y facilitar la delimitación de las unidades ambientales en el espacio al proveer los criterios para ello. Además, puede ser útil para mejorar los diseños de muestreo encaminados a obtener información del medio físico, del componente biológico o de ambos (cuadro 2).

Asimismo, proporciona las bases para dirigir preguntas y explorar variables "propias" del paisaje, que son clave a nivel de mesoescala. De esta manera se pueden comparar paisajes más fácilmente cuando se reconoce una estructura definida bajo los mismos criterios.



Finalmente, consideramos que el promover el análisis de los patrones y procesos ecológicos en el paisaje ayuda a proveer de fundamentos em-

píricos que pueden ser la base para proponer alternativas de uso de recursos, de conservación y de restauración ecológica. 🌳



Elvira Durán
Instituto de Ecología,
Leopoldo Galicia
Instituto de Geografía,
Eduardo A. Pérez-García
Facultad de Ciencias,
Luis Zambrano
Instituto de Biología,
Universidad Nacional Autónoma de México.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Farina, A. 1994. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall, Londres.

Forman, R. T. T. y M. Godron. 1981. 'Patches and structural components for a landscape ecology', en *Bioscience*, núm. 31(10), pp. 733-740.

Geissert, D. y J. P. Rossignol. *La Morfoedafología en la Ordenación de los Paisajes Rurales*. INIREB/ORSTOM, México.

Turner, M. G. 1989. 'Landscape Ecology: The effect to pattern on process', en *Annual Review Ecology and Systematic*, núm. 20, pp. 171-197.

Wiens, J. A. 1995. 'Landscape mosaics and ecological theory', en L. Hansson, L. Fahrig y G. Merriam. *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. Chapman & Hall, Londres, pp. 1-26.

Zonneveld, I. 1995. *Land Ecology. An Introduction to Landscape Ecology as a Base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.

IMÁGENES
Grabados de Alberto Beltrán.