

## La superficie del planeta y la organización de la Biosfera: reacción a los nuevos mecanismos añadidos por el poder creciente de los humanos.

The surface of the planet and the organization of the Biosphere: reaction to the new mechanisms added by the increasing power of human beings.

RAMÓN MARGALEF\*

---



Agradezco haber sido invitado a esta tribuna, aunque soy consciente del grado de deterioro que conllevan los años, mis años, que podrán influir negativamente en la exposición de un tema que he tenido presente en la mente, e incluso cerca del corazón, desde hace ya bastantes años, los necesarios para haber dejado testimonio de cambios significativos en el entorno.

Se trata de una problemática compleja, que creo importante por muy distintas razones, aunque haya sido relativamente ignorada, ya que su manifestación global o a gran escala es algo relativamente reciente y quizá también porque su reconocimiento requiere combinar unas escalas de espacio y tiempo que no habían sido las habituales entre los ecólogos de campo, aun cuando los estudiosos, especialmente motivados, fuésemos conscientes de la rapidez de los cambios manifiestos en los territorios más influidos por nuestra especie. Un interés más profundo y analíticamente serio puede ser relativamente reciente y pasa por el estudio de fenómenos diversos que se extienden y manifiestan sobre un amplio espectro de la escala de dimensiones, como corresponde a las diferentes escalas en las que opera nuestra especie. Por esta razón, no requerían especial atención o bien quedaban –o quedan– fuera de alcance, tanto de estudios puntuales como de visiones sinópticas a escala ambiental. Hay que combinar visiones basadas en un espectro de diferentes escalas complementarias con la perspectiva histórica de una aceleración de la mayor parte de los procesos de signo negativo.

---

\* *Universitat de Barcelona. Facultat de Biologia. Departament d'Ecologia. Diagonal, 645 • 08028 Barcelona.*

Parece que, recientemente, un interés de este tipo está haciendo su aparición en diferentes contextos. Por ejemplo, puede reconocerse en varios artículos publicados en los últimos fascículos editados por la Ecological Society of America, aunque todavía no se reconozca plenamente ni menos aún se sistematice, el carácter general del problema, que lo es, ni la evidencia del riesgo que conlleva una extensión sin freno de lo que se ha convertido en un proceso general, que pese a que pueda parecer nuevo o reciente, en realidad se inició hace ya mucho tiempo y mantiene un ritmo acelerado del que tal vez no habíamos adquirido conciencia suficiente o no se había tratado específicamente como tal o, en todo caso, con excesivas restricciones (ver, por ejemplo, PRINGLE, 2001, y DEVELICE & MARTIN, 2001). Es una dinámica que se añade a tantas otras cuestiones conflictivas que hacen referencia a la evolución de la biosfera y, especialmente, a lo que sucede bajo el imperio de la humanidad.

Me referiré a cómo veo yo la cuestión y a acontecimientos vividos y no quisiera limitar la experiencia a mi entorno o a mi país, cuyo comportamiento no puede considerarse modélico, aunque pueda parecer inevitable dadas las circunstancias. Puede parecer que paso con demasiada facilidad o que confundo la ciencia de los ecosistemas con la ciencia del paisaje, pero creo que la aproximación que comento o propongo es real y funcional, pudiendo verse de forma positiva. Es evidente que la problemática no se manifiesta sólo en Cataluña y no quisiera darle un carácter excesivamente transcendental: se trata simplemente de un paso más que tenía que haberse visto venir desde hace tiempo.

Es oportuno y puede ser incluso suficiente introducir el tema reconociendo cómo se produce una inversión de la topología del paisaje: antes teníamos centros de población densa o de actividad humana notable, relativamente discontinuos, si bien comunicados unos con otros de forma relativamente poco intensa, muy tenue. Ahora, la tendencia más observable lleva hacia un acercamiento mutuo e incluso a una coalescencia de los centros más humanizados material y funcionalmente, es decir operativamente, y que deja o puede dejar espacios que conservan características que podríamos calificar como más "primitivas" o como vestigios de un pasado reciente, ahora confinados ya entre aquellas vías de comunicación que crecen continuamente en trazado y funcionalidad. En dichos espacios testimonio del pasado persisten, más o menos idóneamente alteradas, porciones de la naturaleza antigua, con sus propias o viejas características, ahora residuales y que a duras penas justificarían el calificativo de testimonios de una naturaleza virgen.

Podríamos comparar estos cambios paisajísticos con la formación acelerada de una especie de gel reticulado, como si fuese el paso parcial de sol a gel en la naturaleza viva del entorno. Si el cambio se observa desde un punto de vista humano, resulta un sistema de vías de comunicación practicables con mayor rapidez y en mayor extensión cada día que pasa, es decir aceleradas en sus funciones, y que dejan, rodeándolas aquí y allí, manchas confinadas y vestigiales, a menudo condenadas ya a un aislamiento fatal donde, en principio, podrían quedar los últimos fragmentos residuales o vestigios de una naturaleza más antigua o primitiva. Esta dinámica lleva a unos resultados que dependen de la escala y que puede afectar más a un país relativamente pequeño, tradicionalmente no muy

motivado por la ciencia o que, cuando menos, ha tenido dificultades para dejar crecer una tradición efectivamente conservacionista. Pero parece que, en mayor o menor grado, el fenómeno se presenta grave y con una tendencia común a manifestarse con intensidad creciente en todas partes. Huelga decir que tal proceso es el enemigo más grave de los intentos de conservación de la naturaleza. A duras penas puede recurrirse a experiencias ajenas y hay que suponer que las transformaciones deberán depender mucho de la escala efectiva del paisaje humanizado el cual, a su vez, dependerá de características geográficas locales.

Hace bastantes años, en nuestro departamento universitario de Ecología, se realizaron estudios bastante considerables relativos a sistemas acuáticos, en especial de embalses y de la aptitud de sus aguas para reflejar características ecológicas locales del país, tal como venían expresadas en las respectivas cuencas. Los resultados se archivaron y se difundieron copias; un resumen de los mismos se encuentra en mi libro de Limnología. Pero el estudio de esta clase de aproximaciones a la naturaleza y su relación con las presiones humanas apenas se ha emprendido en nuestra tierra y nunca se ha llevado a cabo de forma seria. Y la verdad es que muy poco en países vecinos donde, si se ha hecho, siempre ha sido de forma más bien discursiva y con evidentes limitaciones, utilizando a menudo argumentos poco objetivos. Por otra parte, hoy en día las relaciones políticas y económicas se superponen a las puramente “ecológicas”, pudiendo pesar más que éstas.

Por lo que respecta a los embalses, nuestro trabajo reveló o, mejor dicho, nos confirmó que las diferentes cuencas tienen características geológicas y climáticas propias, debidas a condiciones físicas del sustrato, locales o periféricas, que se reflejan en la calidad de las aguas respectivas. De este modo, los embalses resultan más expresivos de la regionalización ecológica que los propios ríos. Se comprende que, en general, el agua a disposición es relativamente escasa o siempre más esporádica de lo que desearíamos y que el mayor riesgo de estropear la naturaleza, con relación a como Dios nos la dejó, estaría en un poco probable intento de trasvase, de intentar llevar el agua de contenido mineral más elevado, es decir más “salada”, a otros lugares donde el agua podría parecer escasa pero donde es de mejor calidad. Digamos que la Providencia ya tiene cuidado de la cosa, pero la humanidad a menudo ingenia soluciones enrevesadas e incluso malévolas. Es interesante el estudio comparativo de las diferentes cuencas fluviales y de las cualidades de las respectivas aguas, porque nos da datos referentes a muchas características ecológicas relevantes de las cuencas correspondientes, fundamentadas en las propiedades de los suelos y el clima local.

Los temas considerados conllevan, o nos introducen, en una especie de generalizaciones que sospecho acabarán por absorber gran parte de la temática e incluso de las preocupaciones de la ecología del mañana, en relación con los fundamentos de la subdivisión organizada del paisaje, al caer cada día más y más bajo el dominio de la humanidad. Merece la pena ampliar, en este sentido, temas ya comentados.

En la antigüedad teníamos áreas relativamente discontinuas, de considerable a intensa actividad humana, centradas como manchas en torno a puntos no sólo separados sino también discontinuos y relativamente distantes unos de otros, que funcionaban como cen-

tros de atracción separados y dispersos sobre el tejido del país que, en general, podía considerarse como una superficie continua o reticulada que servía o actuaba como fondo. Me imagino que ya anticipan a donde voy a parar: si antes teníamos áreas de intensa actividad humana relativamente discontinuas, en forma de manchas dispersas sobre el territorio, hoy en día estas manchas confluyen y estamos generando un retículo seguido o continuo de intensa actividad humana, con la consiguiente inversión de lo que podríamos denominar “topología humana del paisaje”, un concepto importante y que ha pasado pretendidamente –¿inocentemente?– ignorado.

Vale la pena repetirlo: antes contábamos con áreas relativamente discontinuas de intensa actividad humana, dispersas y constituyendo unas a modo de manchas bastante separadas unas de otras sobre el país. Ahora se ha invertido la topología del espacio geográfico y el espacio geográfico intensamente colonizado o domesticado por nuestra especie consiste en una red continua identificable o apoyada por la red de vías de comunicación, que son recorridas de día en día con mayor intensidad y a mayor velocidad. Este sistema de transporte se convierte en el elemento de construcción más aparente, y tal vez más efectivo y significativo, siendo uno de sus resultados más efectivos subdividir el espacio libre en pequeñas porciones o áreas discontinuas o relativamente aisladas y fuertemente influidas en toda su periferia por aquellos elementos o factores efectivos de lo que ha pasado a ser una porción o estructura reticular, unificada gracias al transporte y siempre bajo la égida humana. Éste es el principal factor de transformación de la topología del paisaje, especialmente en su aspecto dinámico, y también, por consiguiente, de la evolución de aquella topología en el mañana.

Lo que he dicho está en la base de la explicación de lo que constituye un verdadero “cambio de fase” en la estructura del país y del paisaje, cuya parte humanizada se convierte en un retículo continuo que separa relativamente espacios aislados de naturaleza más primitiva o arcaica. De esto se habla poco, pero humana y ecológicamente es tanto o más importante que la globalización monetaria, digámoslo para proponer un sujeto aparentemente diferente, pero esencialmente con innegables conexiones. He dicho que se habla poco de ello, y ni todas las personas ni las organizaciones ecologistas más motivadas se han referido nunca a esta situación, a la nueva topología del espacio humanizado en tanto que fuente u origen potencial de propiedades nuevas de la superficie de la Tierra. Tales características nuevas pueden verse, si se quiere, como inconvenientes o negativas en algunos aspectos y, seguramente, como origen de nuevas dificultades futuras, sin mencionar ya desde ahora la destrucción de creaciones únicas de la vida que los cambios de la topología del paisaje conllevan desde el principio mismo de su operatividad.

Se comprende la inevitabilidad de la perspectiva presente y de la reafirmación de su continuidad, ¿qué sociedad presente puede prescindir de mantener abiertas unas vías reticuladas, cuanto más densas mejor, y que admitan una rápida velocidad de transporte? Un tema comparable y bastante interesante desde este punto de vista es la interacción entre aguas continentales y tierras emergidas. Como ilustración, que creo puede ser útil o sugerente, propongo que meditemos un rato sobre la dinámica de meandros en los ríos que

divagan sobre llanuras extensas, en la que a mí me gusta reconocer la realización del modelo del *yin* y el *yang*, en la filosofía china, también como ejemplo de una función –muy creadora– o de una inevitable dinámica natural que mantenía porciones continuas y discontinuas de un valle en ininterrumpido intercambio creador. La cuestión de los ríos en el paisaje no debería, cuando menos, menospreciarse. Y lo cierto es que este antiguo mecanismo creador ha acabado inutilizado por nuestra civilización, como tantos otros mecanismos naturales. Y también parece cierto que no pueden preverse mecanismos de regeneración o de vuelta a empezar en la organización de la geosfera y de la biosfera, por lo menos mientras la humanidad conserve el poder y la arrogancia, pese a todos los conflictos internos.

Los océanos han experimentado hasta ahora en menor grado la influencia de la humanidad. Pero el pasado de los océanos tiene una historia muy movida y las aguas profundas fueron prácticamente anóxicas durante largos periodos del pasado. Tal vez vuelvan a serlo algún día no muy lejano, porque ya se empieza a hablar de los fondos marinos como futuro vertedero ideal para ayudar a consumir o reciclar buena parte de los desechos de nuestra civilización. Ésta es un área global muy interesante también a partir del descubrimiento, relativamente reciente, de la ubicuidad de pequeñas bacterias fotosintetizadoras, prácticamente omnipresentes e inmortales a la vez. Éste es otro tema, que sólo indirectamente tendría que ver con nuestros problemas mayores, si no fuera a través de la problemática, actualmente en discusión, de si sería prudente echar al mar los residuos indeseados de nuestra civilización. Lo cierto es que el carácter de los océanos ha cambiado profundamente a lo largo de la historia de la tierra. Y, obviamente, estos cambios han podido incidir sobre aspectos de las condiciones de la vida continental, lo que pudo ser especialmente importante en épocas prehumanas.

Creo que hay razones para considerar como negativos o para ver con prevención otros efectos asociados. Actualmente existe un progreso y una difusión enorme de la genética y del conocimiento de los mecanismos de desarrollo individual. Ojalá hubiera un esfuerzo persistente que pudiera conducir a conclusiones positivas de tipo muy general.

Personalmente, siempre me ha interesado mucho la dinámica sucesional, es decir cómo van cambiando los sistemas ecológicos a medida que discurre el tiempo, por introducción y eventual aceptación de nuevas especies inmigrantes que son asimiladas por –y en– la organización de cada ecosistema local o, en el sentido de simplificación, por la extinción de algunas de las formas presentes. No puede ocultarse la importancia de la sucesión en toda la dinámica que vamos comentando. La sucesión ecológica sería el cambio espontáneo y natural de los sistemas ecológicos a través de una dinámica generada en el propio sistema. Hay que señalar que aquí entran relaciones de gran interés científico con conexiones que, paso a paso, si estamos interesados en hacerlo, nos llevan hasta la física más generalizable. Las regularidades de la sucesión ecológica armonizan con principios muy generales que armonizan a su vez con las peculiaridades aparentes en la tendencia al cambio tal vez en la totalidad de sistemas físicos complejos y que, con diferentes formulaciones, son conocidas desde hace tiempo, por lo menos desde Maupertuis

(1698-1759) o, para limitarnos a fechas más próximas a nosotros y a una problemática vigente y viva, desde las aportaciones de Volterra y Feynman, que deberían ser más comprensibles o hacerse más asimilables -y asimiladas- por la cultura contemporánea.

Todo esto, que lleva a interpretar las trayectorias reales de los cambios dentro de un modelo físico muy general, queda ya un poco lejos del enfoque elemental, más a ras de suelo, nunca mejor dicho, del nivel al que hemos tratado el destino de cada ecosistema, e incluso de cada entidad subordinada, complejos de especies, o especies, si éstas se toman en consideración por separado. En fin, siempre puede encontrarse una nueva visión más amplia que no tiene que ser necesariamente opuesta o declarada incompatible con aquellas trayectorias idealmente asimilables dentro de los principios físicos mencionados y explicables en su contexto. Esto, con un toque de aquella filosofía básica que concebíamos como de validez universal, aunque posiblemente de manifestación modificada en un entorno cuyas propiedades han ido derivando a lo largo de la historia, ahora notablemente influida por nuestra especie.

Tanto esto como la globalización económica son elementos fundamentales para entender aspectos de la dinámica del mundo presente, pero el tema que nos ocupa también tiene, de rebote, una incidencia relativamente mayor en relación con la conservación de las más importantes propiedades históricas de la biosfera. Pensemos sólo en el goteo continuo de sistemas vivos que se extinguen y que fueron compuestos a lo largo de las historias de las respectivas estirpes.

Las consideraciones precedentes quisieran poner de manifiesto que debemos aceptar que el paisaje se ha ido transformando históricamente. De forma general, ha pasado de pequeños asentamientos humanos prácticamente discontinuos a generar o favorecer la estructuración de una red seguida o continua que rompe de muchas maneras la antigua forma de continuidad natural de un territorio primitivo, así como su funcionalidad, en segmentos que están perdiendo o han perdido ya las antiguas conexiones naturales recíprocas que mantenían entre sí, muchas de ellas esenciales para la preservación de propiedades globales, incluida la supervivencia de muchas especies de plantas y animales que la biosfera tenía y mantenía cuando la civilización humana inició y desarrolló con éxito su dominio ecuménico.

Yo creo que, en los tiempos que corren, vale la pena que empecemos a aceptar como tema de reflexión fundamental en toda ecología del mañana lo que he denominado la inversión de las relaciones topológicas o bien la nueva estructuración del paisaje. Antes, la humanidad estuvo constituida por manchas “civilizadas” sobre un fondo continuo “natural”; ahora, la nueva humanidad actúa sobre una naturaleza relativamente antigua, pero reducida a manchas residuales discontinuas –eso sí, protegidas a menudo por una propaganda ecologista ingenua, con rótulos adecuados y, a poder ser, optimistas– sobre un paisaje enteramente, o en gran parte, humanizado funcionalmente y en continuidad intensificada.

Una vez más repito: la que podríamos denominar topología del paisaje ha sido invertida al tiempo que el dominio de la energía por la humanidad ha ido aumentando. Estos

cambios dependen obviamente de una mayor o diferente disponibilidad de energía, añadida y controlada por la nueva humanidad, que llega a ver la naturaleza transformada a la vez como recurso y como compensación o contrapartida de la explotación que hace de ella. ¿Cuál puede ser la estabilidad de las nuevas estructuras? ¿Y qué tiempo de vida “normal” (¿tradicional?) tiene asegurada nuestra civilización? ¿Qué posibilidades existen de emprender actividades correctoras? Tal vez valdría la pena emprender con urgencia una renovación o reconsideración de las aplicaciones ecológicas. Tal vez lo más impresionante es la inversión de la topología del paisaje, lo que era un retículo continuado ha sido fragmentado y los espacios humanizados se han extendido hasta hacerse mayoritariamente coalescentes. El mismo fenómeno sobre una escala de tiempo más corta, y debida a causas naturales, se observa en la vida planctónica marina. Valdría la pena considerar más atentamente estas reversiones de los paisajes naturales y las dinámicas implícitas.

Ya he mencionado que algunas publicaciones relativamente recientes muestran que se está desvelando cierto interés respecto a la topología del paisaje y sus implicaciones en relación con la organización de la biosfera humanizada. Ojalá se llegase a tiempo, si es que hay que modificar los procesos, si es aconsejable y oportuno. Y recordemos la doble imagen simbólica opuesta: manchas “blancas” sobre fondo “negro” o “negras” sobre fondo “blanco”. Un bonito tema de discusión futura, si se llega a tiempo.

#### ALGUNAS REFERENCIAS RECIENTES QUE PUEDEN SER SUGERENTES:

- BESTELMEYER, B.T. & J.A. WIENS. 2001. Ant biodiversity in semiarid landscape mosaics: The consequences of grazing *vs.* natural heterogeneity. *Ecological Applications*, 11(4): 1123-1140.
- DEVELICE, R.L. & J.R. MARTIN. 2001. *Ecological Applications*, 11(4): 1008-1018.
- MARGALEF, R. 1997. *Our Biosphere*. Chapter V. Boundaries, etc. Ecology Institute, Oldendorf Luhe, Germany.
- MARGALEF, R. 2001. *Cap a un paisatge global? Evolució i transformació*. Fundació Atena, Sant Privat de Bas.
- PRINGLE, C.M. 2001. Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective. *Ecological Applications*, 11: 981-998.
- SAFFORD, H.D. & S.P. HARRISON. 2001. Grazing and substrate interact to affect native *vs.* exotic diversity in roadside grasslands. *Ecological Applications*, 11(4): 1112-1123.



- Fecha de recepción/Date of reception: 28/11/2001  
- Fecha de aceptación/Date of acceptance: 15/07/2002