

### Resumen

El concepto de sistema es de gran importancia para comprender el comportamiento global de la Tierra, y asimismo de la humanidad. La Teoría General de Sistemas ha encontrado una fundamentación física satisfactoria en las estructuras disipativas, descubiertas por el premio Nobel ruso-belga Ilya Prigogine, y estos dos modelos teóricos complementarios se aplican perfectamente a nuestro planeta. Esto ha hecho que la noción de sistema Tierra se haya ido afianzando estos últimos años.

La crisis ecológica nos exige un gran esfuerzo de comprensión, que no puede ser sólo especializada sino también inter y transdisciplinar, o lo que es lo mismo, científica y filosófica. La aproximación sistémica a nuestro planeta y al "fenómeno humano" que se despliega problemáticamente sobre él, proporciona una herramienta puente sumamente clarificadora, entre ciencia y filosofía. Se hace uso aquí de esa herramienta y de la noción de "emergencia", para abordar la crisis geoastrópica.

José Luis  
San Miguel de Pablos

Universidad  
Pontificia de Comillas

## 1. Sistemas

Resultan obligadas unas palabras de introducción acerca de un término y concepto, el de *sistema*, que, si bien omnipresente en la ciencia y la filosofía modernas, ha adolecido, hasta muy recientemente, de una definición un tanto contradictoria.

Desde el siglo XVII hasta finales del XIX, la palabra "sistema" se utilizó profusamente para referirse a conjuntos organizados, tanto de objetos o de entidades como de ideas o conceptos. El sistema solar, conjunto ordenado de cuerpos en movimiento, ocupaba el puesto de honor desde su consagración definitiva por Kepler y Galileo; y ese mismo sistema solar exigía una nueva física que sustituyese a la aristotélica, esto es, demandaba un nuevo sistema general del orden cósmico, un "sistema legal" universal como el que Newton aportó a finales del siglo XVII. A estos dos tipos de sistemas vinieron enseguida a añadirse los *sistemas de la Naturaleza*, de los que el más conocido lo constituye la sistemática de Linneo, que vio la luz entre 1735 y 1768. Los filósofos, por su parte, se apropiaron también del término (recordemos que el vocablo griego original, *σύστημα*, significa simplemente "conjunto ordenado de cosas"), y los *sistemas de pensamiento*, o filosóficos, pasaron a estar al orden del día, debiendo entenderse como exposiciones articuladas del orden supuesto de la Realidad, humana, física o metafísica. Los *sistemas políticos* se entendieron pronto como guardando estrecha relación con los anteriores.

Jean-Louis Le Moigne nos recuerda que, para tratar de deshacer el creciente embrollo, el enciclopedista francés Condillac escribió un *Tratado de los Sistemas* (1749-1754) así como el artículo “Système” de la *Encyclopédie raisonnée des Arts et des Métiers*. Dice este autor:

“No existe en absoluto ciencia ni arte donde no sea posible hablar de sistemas. Pero mientras en unos la finalidad es explicar los efectos, en los otros es prepararlos y producirlos. El primer caso es el de la física; el segundo, es el de la política.” Y añade que “en cada época todo es sistema, tanto para el vulgo como en la filosofía”<sup>1</sup>.

La definición que Condillac da de sistema ha sido calificada de instrumentalista por unos y de intuicionista por otros: “Sistema -dice- es lo que permite al espíritu humano entender el encadenamiento de los fenómenos”<sup>2</sup>.

Vista con la perspectiva de casi tres siglos, la larga controversia sobre el auténtico significado del término “sistema” y sobre su validez epistémica aparece como un pulso dialéctico en el que lo que verdaderamente ha estado siempre en juego es la controversia reduccionismo-holismo; o, si se quiere, la pugna entre la concepción mecanicista y otras visiones de la naturaleza que encerraban, y encierran, un fondo vitalista, en el sentido original, no peyorativo, del término. Esto es así puesto que por “sistema” se ha entendido siempre “composición de algo”, de una multiplicidad; pero esa composición puede o bien ser convencional, creada por nuestra mente y simplemente consensuada sin que nada semejante exista en la naturaleza (“los sistemas no están en la naturaleza sino en la mente de los hombres”, decía Claude Bernard), o bien puede estar *fundamentalmente* en la naturaleza, de manera que nuestra conciencia se limite a captar una realidad. Ahora bien, esta disyuntiva nos pone ante el siguiente dilema: como no cabe duda que percibimos cosas organizadas, así como similitudes claras entre entidades (origen de los grupos taxonómicos) e igualmente funcionamientos coherentes (sistemas dinámicos, ecológicos, sociales, etc.), podemos pretender dar cuenta de todo ello considerándolo *epifenómico*, meras apariencias producidas por las combinaciones de un “algo” microscópico fundamental, que serían las moléculas o los átomos, en cuyo caso todos los sistemas acaban siendo convencionales; o bien, alternativamente, podemos admitir que lo que percibimos son *realidades intrínsecas*, verdaderas *entidades*, no descomponibles en partes sin provocar una pérdida sustancial, *ontológica*. Pues en efecto, el dilema es estrictamente ontológico, y según se apueste por una u otra concep-

<sup>1</sup> Cit. por Le Moigne (2010), p. 1021.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

ción, la idea de sistema que resulta es radicalmente distinta... Si se apuesta por la primera, los sistemas se entienden, sobre la base del recuento y la clasificación (*sistemática*), como formalizaciones aparentes, mientras que la aceptación de la segunda desemboca sobre lo que hoy se conoce como *sistémica*. Esta “disciplina interdisciplinar” –que es, al mismo tiempo, una concepción del mundo– defiende la irreductibilidad de las realidades-sistemas, y da testimonio del nacimiento, en el último tercio del siglo XX, de una alternativa seria y coherente a los modelos de inspiración cartesiana en las ciencias de la naturaleza.

### 1.1. La aportación de Ludwig von Bertalanffy

Seguidor de Henri Bergson, Bertalanffy constata de entrada que no existe razón alguna para considerar como “el fundamental” ninguno de los escalones en que se nos muestra organizada la realidad, sea esta física, biológica, humana o conceptual. La vía analítica conduce a la identificación de las entidades que subyacen a una cualquiera dada, las cuales son tan indiscutiblemente reales como incapaces por sí solas de dar cuenta *completa* de la entidad que se analiza. Y esto no ocurre sólo en el campo de lo viviente, sino también en muchos otros, así infra como supra-biológicos. Es así que la aproximación meramente atomista, o individualista, a los seres vivos y al hombre, no basta para dar cabal cuenta de los ecosistemas, ni de las sociedades, culturas, etc.

Bertalanffy hace remontar muy atrás el origen del concepto de “sistema”. Dice, al comienzo de su ensayo *The History and Status of General Systems Theory*:

“Para evaluar el ‘enfoque sistémico’ moderno conviene considerar la noción de sistema no como una moda pasajera o una técnica reciente [...]. La filosofía y su descendiente, la ciencia, nacen en el instante mismo en que los griegos aprenden a ver o a encontrar en el mundo de la experiencia, un orden o *cosmos* inteligible y, por ende, controlable mediante el pensamiento y la acción racional.

”Un modo de formular este orden es la cosmología aristotélica, con sus nociones holísticas y teleológicas concomitantes. El *dictum* aristotélico ‘el todo es más que la suma de las partes’ es una definición que sigue siendo válida del problema sistémico fundamental”<sup>3</sup>.

Unas líneas más adelante, Bertalanffy prosigue:

<sup>3</sup> Bertalanffy (1992), p 137.

“Debe insistirse en que el orden u organización de un todo o sistema, que trasciende a sus partes cuando éstas se consideran aisladas, no es asunto que tenga que ver con la metafísica, ni tampoco constituye materia de superstición antropomórfica o de mera especulación filosófica; es sencillamente un hecho observable en cualquier organismo vivo, grupo social, o inclusive en el átomo”<sup>4</sup>.

¿Cuál es, según Bertalanffy, el “plus” que hace que las entidades del nivel ontológico  $x+1$  sean irreducibles finalmente a las del nivel  $x$ ? Su respuesta es muy clara: las interrelaciones dinámicas que vinculan entre sí los elementos (del nivel  $x$ ) que componen la entidad en cuestión (perteneciente al nivel  $x+1$ ). Esto le lleva a apostar por una concepción del mundo esencialmente dinámica.

Bertalanffy se orientó a la construcción de una *ontología sistémica*, lo cual pasaba por definir de forma inequívoca lo que se entiende por sistema, y cómo los sistemas se materializan en los diversos niveles del mundo. Mirando a su alrededor, Bertalanffy pudo identificar sin demasiada dificultad un rasgo de la realidad (incluso del lenguaje, la música, etc.) que se puede tener por evidente: su constitución jerárquicamente estructurada sobre la base del principio “entidades integran entidades”.

## 1.2. Física de la emergencia de los sistemas verdaderos

Por qué es el mundo “una jerarquía de todos organizados”, y cómo ha llegado a serlo, son dos preguntas a las que ni Bertalanffy ni otros científicos-filósofos pudieron dar respuesta definitiva. Se diría que el descubridor de la *causa eficiente* de que el mundo tenga la estructura que tiene, y que la vida pone de relieve en grado máximo, es Ilya Prigogine. La pieza clave de su propuesta la constituyen las *estructuras disipativas* que, si bien son –*sensu stricto*– tan sólo físico-químicas, resultan *de facto* generalizables, según proclama con insistencia el propio Prigogine<sup>5</sup>. Pues, según él y otros científicos de su escuela, el universo entero, y no sólo la vida, evoluciona por causas que cabe, en último extremo, entender como termodinámicas: entidades “de orden superior”, definidas holísticamente (y no a partir de la simple composición mecánica de sus elementos constitutivos), han surgido cada vez que lo que él denomina una *fluctuación* se ha amplificado lo suficiente, dentro del bullir caótico de unas “entidades de orden inferior” que son

<sup>4</sup> Bertalanffy (1992: 138).

<sup>5</sup> En lo que se refiere, en concreto, a la extensión de este concepto al campo de la biología, ver Prigogine y Stengers (2004).

ciertamente los ladrillos básicos de las nuevas entidades emergentes, pero a las que éstas últimas no pueden reducirse, puesto que lo que las define es una dinámica integradora que brilla por su ausencia en el agregado inicial de corpúsculos, trátase de la célebre “sopa orgánica” de Oparin, de la “sopa de partículas” a la que se refieren los cosmólogos al tratar de los primeros instantes del universo, o de cualquier otro “potaje” desorganizado.

Es bien conocida la propuesta básica de Prigogine: si tenemos un “pre-sistema” (entendido como simple conjunto caótico de elementos) que ocupa un cierto ámbito y que tiende, en ausencia de perturbaciones energéticas importantes, a un equilibrio estable<sup>6</sup>, al ser perturbado dicho sistema por un flujo creciente de *energía libre* (o, lo que es lo mismo, por un *gradiente energético*), se alejará crecientemente del equilibrio; pero tal cosa no ocurrirá indefinidamente, ya que a partir de un determinado momento en el que la perturbación llega a ser lo bastante grande, el sistema se pondrá a “explorar” posibilidades de reestructuración *global*. Se dice que el sistema *fluctúa* entre diversas alternativas que le permitirían disipar mejor el flujo energético que le perturba. Finalmente, una sola de esas posibles alternativas reestructurantes se amplificará, extendiéndose a todo el sistema, que pasará, a partir de ahí, a comportarse como un todo coherente, como tal mucho más ordenado (es decir, con mucha menor entropía) que el sistema caótico inicial. Dice Prigogine que cuando, en el estado alejado del equilibrio en que se encuentra el sistema, se amplifica de forma explosiva una fluctuación particular, de entre las múltiples virtualmente posibles, se accede a un *punto de bifurcación* en la *historia* del sistema, con el desenlace frecuente del nacimiento de un “todo” holísticamente integrado, que posee mucha mayor capacidad disipativa que el conjunto desorganizado de partida.

Lejos del equilibrio, la homogeneidad del tiempo queda doblemente destruida: por la [*nueva*] estructura espacio-temporal activa que hace que el sistema se comporte como una totalidad organizada caracterizada por unas dimensiones y un ritmo intrínsecos, y también por la *historia* que la aparición de tales estructuras implica.<sup>7</sup>

Prigogine rompe aquí con la tradicional ambigüedad del término “sistema”, que muchos autores siguen cultivando cuando se refieren con dicho término, tanto a conjuntos escasamente o nada organizados como a totalidades con funcionamiento y semblante holístico, y apuesta decididamente por una concepción que apenas se diferencia de la de Bertalanffy:

<sup>6</sup> Definido estadísticamente, siguiendo el criterio de Boltzmann.

<sup>7</sup> Prigogine y Stengers (2004).

“En rigor, no se debería hablar de un sistema como ‘escenario de una actividad disipativa’, pues es la actividad disipativa lejos del equilibrio, junto con las correlaciones de largo alcance que suscita, lo que convierte una población de moléculas en un verdadero sistema en el seno del cual esas moléculas mantienen interrelaciones. El sistema, en tanto que portador de sentido, en tanto que su estudio pone en juego instrumentos formales definidos, no es algo que preexista a su régimen de funcionamiento, puesto que es justamente la intensidad de su actividad disipativa lo que le confiere dicho sentido”<sup>8</sup>.

Al reconocer que todo en el universo evoluciona siguiendo el esquema *desestabilización – amplificación de fluctuación – reestructuración global*, el modelo prigoginiano priva en cierto modo al fenómeno de la vida orgánica de su tradicional estatus singular y eminente. Pero, a diferencia de los modelos biológicos mecanicistas, al hacerlo no lo reduce a “componentes inertes”. *Más bien le proporciona un sorprendente semblante vital al universo entero*, con sus múltiples estructuras (“sistemas verdaderos” de Bertalanffy), todas ellas esencialmente dinámicas e interconectivas.

No se podría dar por finalizado este primer apartado sin hacer referencia a los estrechos vínculos que ligan la teoría de sistemas (se entiende que en sus versiones más actuales, ya abiertamente prigoginianas) con la concepción y el método de la complejidad, cuyo desarrollo se debe a Edgar Morin. Es, en efecto, a partir de la circularidad productiva, del “bucle virtuoso”, como nacen los sistemas verdaderos en el seno de la naturaleza, y es así también como pueden llegar a ser comprendidos –situándolos, al mismo tiempo, necesariamente en sus propios contextos “ecológicos”– por y desde una epistemología de la complejidad. El autor francés, que reconoce –en el volumen 1 de su obra *El método*– haber partido de la visión bertalanffiana<sup>9</sup>, prefiere, por su parte, hablar de *eco-organización*, dado que toda emergencia sistémica está necesariamente contextualizada, tiene lugar en un medio matricial. Edgar Morin relativiza así las fronteras de los sistemas, pero no por ello las suprime. Al contrario, insiste mucho en que las entidades-sistemas poseen siempre *cierres formales* que las individualizan, y no sólo *aperturas* al medio que las sustenta<sup>10</sup>, de modo que sigue habiendo entidades-sistemas diferenciados, por mucho que se ponga el acento en su ineludible integración ecológica en un medio a la vez sustentador y conjuntador.

<sup>8</sup> Pripogine y Stengers (2004), Apéndice II.

<sup>9</sup> Morin (varios años), tomo 1, 1ª parte, 2.

<sup>10</sup> *Ídem*, 2ª parte, II, 2, y III, A.

## 2. El sistema Tierra. Homeostasis y homeorresis

La expresión “sistema Tierra” conoce actualmente un gran auge. Ello no puede atribuirse ni a la casualidad ni, mucho menos, a una moda superficial. En mi opinión, responde más bien a dos causas de calado considerable. La primera es la multidimensional crisis ecológica, que pone dramáticamente de manifiesto la existencia de una intrincada red de interrelaciones entre el planeta y la civilización tecnológica, la cual exige de manera ineludible una modelización en términos de las teorías de los sistemas y de la complejidad<sup>11</sup>. La segunda podría calificarse de *fenoménica*, y tiene que ver con la reciente percepción generalizada, a la vez científica y pública, del carácter integrado, “definidor de entidad”, de las dinámicas naturales terrestres, una percepción que se inició a partir de la visión física de la Tierra desde el espacio exterior, en los años 1968 y 1969, y de la adopción, precisamente por esos mismos años, del nuevo paradigma geológico de la tectónica global de placas.

Sin embargo, estos dos motivos discernibles de la ganancia de fuerza que experimentan hoy las aproximaciones sistémicas a nuestro planeta, acaban conduciendo a dos definiciones distintas del *sistema Tierra*, según que el énfasis se ponga en el primero o en el segundo de ellos. Si nos centramos en el hecho de que la humanidad y la civilización tecno-industrial son, en el presente, un *factor geológico y geodinámico externo* a tener absolutamente en cuenta, y que ello no sólo atañe a la inducción de unos efectos climáticos indeseables, sino también a la generación de ciertos subsistemas terrestres que cabe asimilar a nuevas esferas telúricas emergentes, se desplegará ante nosotros una imagen del sistema Tierra que cuenta con una componente antrópica. Esta es la visión que privilegian, por ejemplo, los autores de los celeberrimos informes sobre desarrollo sostenible encargados por el Club de Roma, y realizados contando con la colaboración decisiva del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) para la parte científica y técnica, o también el *Postdam Intitute for Climate Impact Research* dirigido por H. J. Schellnhuber. En cambio si, extendiendo nuestra perspectiva temporal a la escala inmensa de las eras y los eones geológicos, relativizamos el impacto humano y la presencia misma del hombre sobre el tercer planeta del sistema solar, nos sentiremos más inclinados a considerar el sistema Tierra como eminentemente natural, y a estudiarlo como tal en sus diferentes aspectos.

---

<sup>11</sup> Ver, destacadamente, Meadows (1972 y 1991).

## 2.1. La vida terrestre, sistema global alimentado por la energía solar

Dentro de este segundo enfoque cabe situar la interpretación que se hace hoy del fenómeno de la vida como una macro-estructura disipativa de que la Tierra se habría dotado en orden a permitir una eliminación efectiva y lo bastante rápida de un determinado flujo energético sobreabundante que llega a ella procedente del espacio exterior, y que no es otro que la radiación solar<sup>12</sup>.

Sin embargo, esta interpretación prigoginiana de la función planetaria global que cumple la vida orgánica mantiene intacta la incógnita de su origen. Pues, en efecto, bien podría ser que las primeras formas biológicas terrestres fuesen estructuras disipativas aparecidas en respuesta a un gradiente energético *distinto del solar*, tal vez el mismo gradiente geotérmico que dio nacimiento a la tectónica de placas... Pero esto no pasa de ser una hipótesis entre otras: la que relaciona el origen de la vida con el vulcanismo submarino<sup>13</sup>. Otras teorías harán depender dicho origen de las descargas eléctricas atmosféricas, de la energía solar (incluyendo unas dosis de radiación UV que hoy son letales para la inmensa mayoría de los organismos) o... de la llegada de gérmenes del espacio, asociados a cometas o de alguna otra forma, lo que equivale a declararse incompetente para explicar la aparición de la vida, empujando simplemente hacia atrás el misterioso suceso.

Pero de lo que caben pocas dudas es de que la vida orgánica, al generalizarse como fenómeno de escala planetaria, pasó a cumplir la función de *una estructura disipativa global del flujo de energía solar que incide sobre la Tierra*. Este hecho, puesto de relieve por Schneider y Kay, entre otros, y susceptible de cuantificación, es, a mi modo de ver, el argumento más poderoso de cuantos se barajan a favor de la conocida teoría que defiende la existencia del *superorganismo Gaia*, el cual no sería, a fin de cuentas, sino el *todo holístico* que es la manifestación de dicha estructura. La intrincada imbricación de la masa total viva (el *biota*) con el *medio* planetario inorgánico, al que, de hecho, obliga a cambiar, a evolucionar, en lugar de adaptarse simplemente a él, justifica hablar de Gaia más incluso que de biosfera<sup>14</sup>; pues todas las geosferas no son, en el fondo, otra cosa que unidades parciales, trascendidas funcionalmente por la organización global.

¿Por qué caminos concretos ejerce la vida orgánica su función disipativa del flujo solar? A nivel básico, encontramos la utilización directa de la energía solar por la vida. Ahora bien, la *función clorofílica* es el fundamento fisiológico de dicha

<sup>12</sup> Ver Schneider y Kay (1999).

<sup>13</sup> Ver, por ejemplo, Freeman (1999: 36-37).

<sup>14</sup> Westbroek (1998: 550-551).



utilización. Esta función, ausente en el reino animal y presente en las algas, los vegetales y determinados grupos de bacterias, consiste, como es bien sabido, en la síntesis de materia orgánica a partir de agua,  $\text{CO}_2$  y sustancias minerales, mediante la captación y utilización de determinadas longitudes de onda del espectro solar. Conviene recordar que se trata de una función biológica antiquísima, muy anterior a la respiración de oxígeno, pues mientras que esta última aparece como un producto de la evolución relativamente tardío (la “revolución del  $\text{O}_2$ ” tuvo lugar hace algo más de 2000 millones de años), la función clorofílica se encuentra ya en unas formas de vida que se cuentan entre las más antiguas conocidas: las cianobacterias. Se trata de organismos que alcanzaron un éxito extraordinario desde el punto de vista de la diversificación evolutiva y de la colonización de los nichos ecológicos. Esto puede explicar el que la joven biosfera asumiese enseguida -si es que no las cumplía desde su origen mismo- funciones disipativas de la irradiación solar.

La función clorofílica misma pone en juego *ciclos*, bioquímicos para el caso, que constituyen un rasgo omnipresente en la organización del mundo viviente. Los *ciclos de la vida* comienzan con los que constituyen las reacciones autocatalíticas que fundamentan el metabolismo y la práctica totalidad de la bioquímica celular, y se expanden luego “hacia arriba”, abarcando todos los niveles sistémicos en los que la vida está implicada. Se dan procesos cíclicos (circulatorio, digestivo, respiratorio...) en el seno de cada organismo; tenemos la repetición de organismos semejantes en el ciclo generación-nacimiento-vida-muerte; está el ciclo actividad-descanso (o vigilia-sueño), y hay ciclos biológicos estacionales, que se generalizan como fenómeno ecológico de escala hemisférica; está también el *ciclo trófico* (que, debido a su complejidad intrínseca, se conoce también como “red trófica”) de la energía que almacenan y utilizan los organismos vivos. Este ciclo es sumamente importante desde el punto de vista global. Se le ha calificado de “ciclo fundamental de la ecología”, y puede ser caracterizado como un ciclo abierto de materia-energía establecido en el interior de cada ecosistema, que constituye la principal dinámica que interrelaciona sus elementos y que, por eso mismo, lo fundamenta a nivel físico.<sup>15</sup>

La apertura “clásica” del ciclo viene dada por la incidencia de un flujo energético externo, el solar, que hace posible la fotosíntesis. Ahora bien, existe, de hecho, un segundo proceso que abre “por abajo” el ciclo trófico: se trata de la extracción fuera de él de una pequeña proporción de la materia orgánica biosintetizada, que acaba sepultada a gran profundidad, sea por subsidencia local, sea a consecuencia del movimiento de las placas. La realización efectiva y sistemática, a lo largo del tiempo,

<sup>15</sup> Ver, por ejemplo, Lamotte, M. *et al.*, “Écologie”, en *Encyclopædia Universalis*, vol. 7; pp. 861-875.

de esta eventualidad es un factor de la mayor importancia, que tiene como resultado vincular la vida, como fenómeno global, con la dinámica geológica interna. Pues no sólo se halla en el origen de los grandes depósitos de carbón e hidrocarburos, sino que es también la causa de la transformación radical que experimentó la atmósfera de la Tierra hace alrededor de 2 000 millones de años, al pasar de casi anóxica a muy rica en oxígeno; como lo es también del mantenimiento, desde entonces, del elevado porcentaje atmosférico (21%) de este gas extremadamente reactivo. Ello es así, recordémoslo, porque cada vez que una molécula orgánica, que todavía no ha sido oxidada, es enterrada y así “retirada de la circulación”, una o varias moléculas de oxígeno atmosférico que se habían producido por fotosíntesis, se quedan sin recombinar y pasan a enriquecer en oxígeno la cobertera gaseosa de nuestro planeta.

Cabe, por tanto, considerar un nivel superior, global, de ciclos de la vida: los *ciclos geobioquímicos* (del oxígeno, del carbono, etc.) que implican al planeta en su totalidad, básicamente en los tres *medios gaianos* de que habla Tyler Volk<sup>16</sup>: los suelos, la atmósfera y los océanos (más las aguas continentales), aunque ya hemos visto, al tratar de la “apertura inferior” del ciclo trófico, que no sólo estos tres medios están implicados.

## 2.2. La doble (auto)organización natural del sistema Tierra

Hace ahora cien años, Alfred Wegener fue el primero en proponer una concepción integrada y dinámica de la Tierra. Tras una marginalización de más de cuatro décadas, el moviismo retornó a fines de los sesenta con la tectónica de placas, un modelo global cuya capacidad integradora va mucho más allá de la genial anticipación del germano. Y aunque hasta ahora no se la ha considerado geológica en sentido estricto, la de Gaia (Lovelock, 1969) es también ciertamente una teoría autoorganizativa de la Tierra, de manera que ésta es concebida hoy como un *sistema verdadero*, partiendo de dos teorizaciones cuya fundamentación última común es la termodinámica prigoginiana<sup>17</sup>.

Pero no es esa la visión que se tenía antaño de la Tierra. Hasta hace sólo unas pocas décadas, lo normal era considerar a nuestro planeta como un simple agregado de materia, en el que tan sólo se apreciaba una zonación radial debida a decantación gravitacional (los materiales más densos, más cerca del centro de gravedad terrestre, y los más ligeros, más alejados de él). Y los innegables procesos

<sup>16</sup> Volk (2000).

<sup>17</sup> Ver De Pablos (2004).

dinámicos terrestres (orogenias, vulcanismo, subsidencias, etc.) eran entendidos como fenómenos regionales que se desarrollaban a una escala más o menos amplia. Esta visión cambió, no obstante, radicalmente hace algo más de cuatro décadas, con la admisión generalizada de un *modelo global* del funcionamiento geológico interno, el modelo conocido como *tectónica de placas*. Notemos que este modelo no concierne únicamente a las dos cortezas terrestres –la del fondo oceánico y la continental– sino al globo terráqueo en su totalidad, que pasa a ser concebido como un inmenso termostato regulador de la disipación de su calor interno (el *flujo geotérmico*) mediante una asombrosa danza cíclica en la que participan las grandes unidades litosféricas conocidas como “placas tectónicas”.

Paralelamente a la implantación del nuevo paradigma geotectónico, se ha tendido a subrayar, cada vez con más fuerza, el papel de *la vida orgánica como fuerza geológica*. Dicho papel ya era reconocido con anterioridad, pero a partir del último tercio del siglo pasado su enorme importancia ha sido puesta de relieve sin reserva alguna y hoy se enfatiza cada vez más. En esto ha podido influir el nacimiento de una geología de los “planetas de tipo terrestre” (de Mercurio a Marte, más los satélites gigantes de la Tierra, Júpiter y Saturno), hecha posible por la exploración espacial. La generalización de la geología que es, de hecho, la planetología, ha permitido confirmar la singularidad de la Tierra en el sistema solar, basada ante todo en la presencia global en él del fenómeno de la vida, el cual aparece como determinante de otras asombrosas singularidades terrestres, como la estabilidad dinámica de nuestra “químicamente inestable” atmósfera, la anormalmente baja temperatura de la superficie, la persistencia de los océanos, y hasta la tectónica de placas.

La tan discutida hipótesis o teoría de Gaia no es otra cosa en realidad que un intento de suministrar una explicación coherente a este hecho indiscutible de la singularidad de la Tierra en el sistema solar. Y si algún reproche cabe hacerle a Lovelock en lo que respecta a su teoría, sería quizás no haber estado mucho más atento desde el principio a los trabajos de la Escuela de Bruselas (Prigogine y colaboradores) sobre las estructuras disipativas, trabajos susceptibles de suministrar una explicación científica sólida al semblante que presenta la Tierra de “objeto autoorganizado bioide”, observado y elocuentemente defendido por Lovelock. Ya que dicho semblante se debe al funcionamiento global de la biosfera (en estrecha interacción con el zócalo que representan las geosferas) como macroestructura disipativa planetaria del flujo energético solar.

### 2.3. Evolución conjunta y crisis adaptativas

Una de las mayores objeciones que se han opuesto al geofisiologismo Lovelockiano es que la Tierra no ha mantenido en modo alguno los mismos parámetros a lo largo de su historia. En efecto, estos no han dejado nunca de cambiar, pero con un “pequeño” matiz: siempre han sido compatibles con la existencia de formas de vida. Aunque, eso sí, sumamente diversas.

No se ha mantenido, pues, ninguna *homeostasis* duradera en la historia geobiológica; aunque sí, permanentemente, una *homeorresis*: las condiciones medioambientales no han sido siempre “cómodas” (homeostasis) para los grupos biológicos que sólo toleran un abanico reducido de tales condiciones, pero sí se ha producido un cierto acople evolutivo (homeorresis) entre la vida orgánica como fenómeno global y los cambios del medio.

Ha habido, sin embargo, crisis de adaptación importantes –e incluso sumamente severas– a los cambios evolutivos drásticos sobrevenidos a lo largo de la historia de la Tierra. Crisis que han puesto a prueba la solidez de la homeorresis planetaria y, en definitiva, la continuidad de la biosfera. Una de esas crisis, endógena, fue causada por la exitosa evolución de los organismos fotosintetizadores, que cambió la composición de la atmósfera hace 2.000 millones de años, dotándola de un alto porcentaje de oxígeno, gas letal para la gran mayoría de los organismos que vivían entonces. Otra gran crisis, esta exógena, fue la que produjo, hace 65 millones de años, la caída del gran meteorito que acabó con los dinosaurios, los ammonites y un largo etcétera.

No obstante, el equilibrio dinámico de la Tierra como sistema biosférico (*Gaia*), se ha recuperado siempre, frente a todas las macroperturbaciones. Bien es verdad que “las cosas nunca han vuelto a ser como antes”, tras ninguna gran crisis global... Lo cual es lógico, ya que la homeorresis terrestre es dinámica, y ello implica que la vuelta pura y simple a la situación anterior a una perturbación importante (lo que equivaldría a la recuperación de un equilibrio estático previo) es de todo punto imposible.

### 3. Las geosferas antrópicas

La especie humana está revolucionando el planeta. Pero no es la primera vez que la Tierra se revoluciona... En la historia de nuestro globo ha habido muchos cambios importantes e incluso *mu*y importantes, si bien los *megacambios* han sido más bien pocos. Cabe asociar los acontecidos con el nacimiento de nuevos niveles o *esferas* en el sistema Tierra.

La consolidación del globo, al término de la fase fusional y caótica conocida como eón Hádico, que trajo aparejada la conformación de unas *geosferas* no simplemente superpuestas sino dotadas de una dinámica que cumple funciones de termostato global regulador de la disipación del flujo geotérmico, fue el primer salto, creador de un verdadero sistema geodinámico.

El segundo lo constituyó el surgimiento de la vida orgánica, que complejificó enormemente el sistema Tierra y lo puso en una mayor dependencia del flujo energético solar. La extensión planetaria de la vida hizo nacer la biosfera o *Gaia*, entendida esta última como la segunda faceta autoorganizativa (ligada a la disipación eficaz del flujo solar) de este “laboratorio de complejidad” que es el tercer planeta del sistema solar.

La atmósfera transformó radicalmente su composición en la fase ya mencionada que se conoce como la *revolución del oxígeno*, que fue debida a la evolución de un gran grupo de organismos, y que retroactuó influyendo en la evolución y acelerándola.

La aceleración complejificante de la evolución biológica condujo, a su vez, a dos megacambios trascendentales: *la explosión de biodiversidad del comienzo del Cámbrico*, hace 542 millones de años, y *la hominización* –suceso geológicamente reciente– con todo lo que implica.

La llamada “explosión del Cámbrico” fue un acontecimiento todavía no plenamente explicado, que consistió en la aparición súbita –en términos de la escala del tiempo geológico– de numerosas líneas evolutivas (*fila*), muchas de las cuales –como los artrópodos, los moluscos y los cordados– llegan hasta el presente. Podríamos decir que entonces surgió la *metazoosfera*, el nivel planetario de los seres vivos pluricelulares de elevada complejidad, dotados, entre otras muchas cosas, de sistema nervioso y, por ende, de alguna forma, por rudimentaria que sea, de consciencia.

La evolución de los mamíferos acabó conduciendo a la aparición de los primates, y dentro de este grupo a la de la familia de los homínidos, hace entre cinco y dos millones de años. Con ellos, la científicamente misteriosa consciencia pasó a primer plano, y no sólo interiormente (en los homínidos mismos, sujetos de experiencia) sino también exteriormente, para un medio natural que, muy débilmente al principio, y luego cada vez más, pasó a sufrir el impacto del *grupo zoológico humano*, hiperconsciente e hiperegocéntrico.

Nació entonces la *antroposfera*

Pero el hombre, más que tener “impacto” sobre la Tierra, como si fuese un meteorito procedente del espacio exterior, es en sí mismo una realidad telúrica emergente, y de ahí que tenga pleno sentido hablar de “antroposfera”. Esta comprende, por lo demás, distintas subesferas asimismo emergentes:

- La *noosfera*, definida por Teilhard de Chardin como la esfera -o nivel- de la consciencia de la humanidad. Es posible percibirla objetivizada hasta cierto punto, a través de la consideración del conjunto total de las obras creativas humanas: creaciones artísticas, musicales, literarias, filosóficas, científicas...
- La *sociosfera*, entendida como la presencia a escala planetaria de las sociedades humanas organizadas. Comporta aspectos claramente estructurantes: divisiones político-estatales, organizaciones internacionales, ciudades y pueblos, redes de comunicación vial, etc., y en ocasiones también severamente desestructurantes: las guerras y demás conflictos, en primer lugar; pues, como nos recuerda Edgar Morin, el ser humano (*homo*) no es sólo *sapiens*... *Homo sapiens/demens* es como él lo denomina.
- La *tecnosfera*, surgida a partir del siglo XIX, ha experimentado un gran desarrollo en los últimos cien años. Las tecnologías, junto con los estilos de vida que facilitan o promueven, impactan de forma considerable en la vulnerable (y siempre transitoria) homeostasis planetaria, y mientras vertebran socialmente y mejoran la calidad de vida de la humanidad, a otro nivel (desde “la perspectiva de Gaia”), en su mayor parte caotizan.
- La *ciberesfera*. Última y recientísima subesfera antrópica. Internet, la red comunicacional mundial, es, en opinión de algunos, el embrión de una suerte de sistema nervioso global. ¿De la humanidad “sólo” o del sistema Tierra en su conjunto?

La pregunta que se acaba de plantear no es ociosa. La inquietante cuestión que deja flotando es en qué medida la antroposfera, con todo su espectacular despliegue, es verdaderamente un desarrollo, una “complejificación” más, del sistema Tierra, o por el contrario, tal como creen los ecologistas más radicales, se trata de una especie de cáncer que amenaza con destruirlo al mismo tiempo que se destruye a sí mismo.

Y es que la manifiesta vocación de autonomía del hombre con respecto a la naturaleza ha producido una deriva ultraseparativa que, al radicalizarse, se ha convertido en una seria amenaza para el sistema Tierra, que afronta en la actualidad una crisis evolutiva de un tipo completamente inédito.

#### 4. El umbral sistémico actual. Abanico bifurcativo

La teoría de las estructuras disipativas prevé la llegada a *umbrales de bifurcación* cuando un sistema se aleja de su zona de equilibrio más allá del punto de no retorno, a consecuencia de la incidencia de un flujo de energía que lo desestabiliza. Al apartarse cada vez más de las condiciones de equilibrio, el sistema se pone a fluctuar. Se genera en él entonces un *abanico bifurcativo virtual*: aquel que forman las posibilidades que se abren de cambio del sistema en la circunstancia crítica por la que atraviesa.

Notemos que nos estamos refiriendo aquí a *sistemas verdaderos*, en sentido bartelanffyano. No obstante, también conjuntos inicialmente caóticos son susceptibles de mutar a formas integradas, orgánicas en alguna medida, y de mucha menor entropía, bajo la influencia de un gradiente energético, tras pasar por una fase inicial de mayor caotización. Es el caso, bien conocido, de la formación de *células convectivas de Bénard*, en un líquido atravesado por un flujo térmico que aumenta paulatinamente de intensidad<sup>18</sup>.

Hoy, el sistema Tierra está siendo empujado fuera del equilibrio que representaba la homeostasis establecida tras la última glaciación (la de Würm, finalizada hace unos 12.000 años). La energía desestabilizadora procede, en esta ocasión, de la antroposfera, y no parece razonable esperar que a corto plazo vayan a entrar en juego retroalimentaciones negativas lo suficientemente fuertes como para frenar el proceso, que muchos especialistas consideran que ha superado ya el umbral

<sup>18</sup> Ver Prigogine y Stengers (1984).

de irreversibilidad. Y no sólo en lo que se refiere al calentamiento global: la tasa de extinción de especies ha alcanzado últimamente un nivel similar al de las grandes extinciones que redujeron drásticamente la biodiversidad en diferentes momentos de la historia de la Tierra.

Hay, sin embargo, una diferencia esencial entre las crisis bifurcativas “clásicas” del sistema Tierra y esta por la que actualmente atraviesa. Se mire como se mire, la humanidad no es una fuerza geológica como otra cualquiera. Seres conscientes no pueden ser reducidos, sin más, a física determinista... Por mucho que parezca que su comportamiento colectivo es susceptible de ser descrito de una forma reductiva, en el Hombre la “ley” básica es la indeterminación, lo que significa que puede sorprender en cualquier momento.

De hecho, están presentes dos posibilidades y ninguna de ellas puede ser descartada. Una es que, en el umbral crítico actual, la antroposfera se comporte de manera estrictamente determinista, cumpliendo rigurosamente las leyes de la economía global de mercado, a la que mueven intereses particulares (en analogía con el funcionamiento de la física clásica de partículas, pues no en vano “particular” y “partícula” poseen la misma raíz etimológica, “parte”). Es lo que ha venido sucediendo hasta ahora. La otra es que se nuclea una reestructuración en profundidad de la antroposfera, cuyo resultado sea una mayor y mejor integración de ella misma, y también en el sistema Tierra. ¿Se sugiere un milagro? De ningún modo. Se mire como se mire, la antroposfera es un nivel jovencísimo del sistema Tierra. Incluso podríamos decir que naciente, y sólo nuestra natural tendencia a ajustar el tiempo terrestre al cortoplacismo propio de nuestra condición de seres individuales efímeros, nos hace tener la ilusión de que “ya llevamos aquí un buen rato”. La verdad, sin embargo, es que la *geo-revolución antrópica* apenas si ha tenido tiempo de desarrollar un proceso adaptativo. Desde las posiciones más comprometidas con el medio ambiente se insiste, no obstante, en que “se acaba el tiempo”, mientras que, por el lado opuesto, quienes más beneficios inmediatos obtienen de su participación en el sistema socioeconómico vigente aseguran que los problemas ecológicos se están exagerando. Pienso que ni lo uno ni lo otro. La hegemonía planetaria del *Homo sapiens* y su deriva tecnoindustrial están provocando, sin ningún género de duda, un desajuste sistémico importante, con manifestaciones geoquímicas, climáticas y biológicas. Alguna reestructuración global tendrá que haber, por tanto...

Si la Tierra no fuera un sistema autorregulado, si fuese más bien esa nave espacial al mando del “comandante Hombre” que, aun hace poco, se creía que era, entonces la reestructuración imprescindible correría enteramente por cuenta nuestra, y la moralidad e inteligencia de los humanos serían el único factor a considerar.



De ser así, el tiempo se nos estaría acabando, en efecto... El sector no gaiano del ecologismo, mayoritario aun, y la mayor parte de los gestores (políticos, económicos y empresariales) concienciados ante los problemas medioambientales, coinciden en esta postura, que podría ser calificada de *hiperhumanista*: sería el Hombre -al que la tecnociencia y el dominio de la naturaleza que la misma le proporciona, están a punto de convertir en un dios omnipotente- el único ente capacitado para decidir entre vivir o morir, él y su planeta. A nosotros, sólo a nosotros, correspondería, como escribió Jacques Monod, elegir entre el Reino y las tinieblas<sup>19</sup>.

Pero existen indicios numerosos de que el planeta Tierra sí que es un sistema autorregulado. Y se cuenta asimismo con modelos teóricos que vuelven dicha condición mucho más coherente y verosímil que la contraria. Verdad es que no sabemos a ciencia cierta hasta dónde llega su capacidad autorreguladora, pero no parece probable, en todo caso, que el sistema Tierra se comporte como un convidado de piedra mientras nosotros, los humanos (a fin de cuentas, uno de sus productos), hacemos y deshacemos.

El abanico bifurcativo que la eclosión del *fenómeno humano* ha hecho surgir en el sistema Tierra cuenta, pues, con dos factores condicionantes: uno emergente, la humanidad, y otro preexistente, el sistema Tierra mismo. Estos dos factores pueden entrar en conflicto agudo o pueden coordinarse, pero téngase en cuenta que el conflicto en sí no es necesariamente maligno y destructivo, sino que también puede resultar resolutorio y creativo.

De hecho, la biosfera emergente no alcanzó una plena integración con el sistema geodinámico global hasta que transcurrió un larguísimo período. Como el autor de este artículo ha destacado en varios trabajos (ver bibliografía), existe una dualidad básica en el sistema Tierra, debido a que *dos* estructuras disipativas globales, en lugar de una sola, fundamentan su autoorganización: las dos que surgieron en respuesta a dos flujos de energía libre completamente distintos, como son el geotérmico, que está detrás de la tectónica global, y el solar, que es el fundamental para la biosfera. Fue la transformación radical de la atmósfera terrestre, que pasó de anóxica a rica en oxígeno hace unos 2000 millones de años, el fenómeno que, asimilado por James Lovelock y Lynn Margulis, a "la crisis de adolescencia de Gaia"<sup>20</sup>, implicó la unificación funcional del sistema Tierra, al darse a partir de entonces una conexión y coordinación mucho mayor entre los ciclos geológicos y los geobiológicos.

<sup>19</sup> Monod (2000), cap. 9, palabras finales.

<sup>20</sup> Ver Lovelock (1993: 113-116) y Margulis y Sagan (1995), cap. 6.

La crisis ecológica actual, cuya causa es la expansión explosiva y descoordinada de la antroposfera sobre todo a partir de la revolución industrial, ofrece diferentes salidas, como pasa siempre que se produce una desestabilización sistémica de importancia. Una de ellas, que no puede ser descartada, es la destructiva: una caotización creciente que desemboca en la completa aniquilación, sea del sistema Tierra entero, sea “sólo” del subsistema que representa la antroposfera. Otra es la restructurante, que implicaría una integración mucho mejor y más plena de la joven antroposfera en el sistema Tierra, con la consecuencia suplementaria de la emergencia en este último de una nueva dimensión cualitativa. Tal vez la llamada “Gaia fuerte”, la Gaia autoconsciente en la que creen la mayoría de los seguidores de la corriente *New Age*, nacería entonces *de verdad*, al pasar a ser la propia Humanidad –con su ciberesfera– el sistema nervioso central del que carece la Gaia meramente cibernética, la “Gaia débil” de Lovelock, que la comunidad científica está cada día más abierta a admitir.

Puede resultar chocante, pero lo cierto es que una salida “reformista” de la crisis geoastrópica, una basada en pequeños o medianos retoques de lo existente, no parece muy viable. La expansión planetaria del género humano es un hecho con tales implicaciones que la recuperación de la estabilidad previa, de la situación que se daba en las primeras fases de su desarrollo, es inverosímil. Esta opinión no refleja ningún radicalismo, sino que simplemente responde a la experiencia de cómo se comportan los sistemas verdaderos en aquellas fases en que se apartan mucho de las condiciones de equilibrio estable, a causa de la incidencia de alguna forma de energía que no estaba presente inicialmente.

## 5. Sostenibilidad

¿Significa esto que no merece la pena trabajar por que la vida humana sobre la Tierra sea ecológicamente sostenible? No es esta, en modo alguno, la conclusión a la que aquí pretendemos llegar, y vamos a decir por qué. En primer lugar, porque precisamente por no ser el hombre Yahveh, el Sumo Hacedor judeocristiano (por mucho que algunos parezcan creer que sí lo es), no puede adoptar una perspectiva completamente ajena a sí mismo, que sería, por así decir, divina (“el punto de vista de Dios” que declaran perseguir algunos científicos). Lo verdaderamente natural en el ser humano es velar por su interés, tratar de vivir lo mejor posible, y lo contrario sería, más que ninguna otra cosa, ir contra natura<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Es por esto por lo que el *Bhagavad Gita* justifica entrar en combate por “aquello que es tu vida”, a la cual cada uno se debe por encima de todo. Ver versículos 1-39.

En segundo lugar, porque la búsqueda de sostenibilidad refleja, en todo caso, algo extraordinariamente importante: una toma de conciencia, aunque sea limitada, de que formamos parte de un *sistema* mayor. Desde que un escritor desconocido puso en boca de Yahveh, dirigiéndose al hombre, aquello de “sojuzgarás la Tierra y te enseñorearás sobre ella”, es la primera vez que esto ocurre. Pues conviene recordar que hace tan sólo medio siglo la concienciación medioambiental era prácticamente nula, y no sólo en nuestro país. Fábricas, calefacciones y vehículos emitían gases de alto grado de toxicidad sin tener que hacer frente a restricciones de ningún tipo, insecticidas y pesticidas peligrosísimos eran utilizados a mansalva sin el menor cuestionamiento, todo animal salvaje considerado como “no útil” (para alimentación, en peletería, etc.) era catalogado como alimaña y masacrado sin piedad, a ser posible hasta conseguir su completa desaparición. La lista de barbaridades es interminable...

Muchos y muy graves son los atolladeros en que se halla metida actualmente la humanidad, algunos de los cuales parecen auténticos callejones sin salida. Pero nos parece equivocado minusvalorar la toma de conciencia medioambiental que se ha producido en las últimas décadas *partiendo prácticamente de cero* (salvo los antecedentes, largo tiempo ridiculizados, de la tradición romántico-naturalista y del ambientalismo norteamericano del XIX). Dado que lo esencial en la hominización es la “encefalización”, asociada al ascenso de la conciencia, el que ésta empiece, al fin, a enfocarse sobre la necesidad de contar con el sistema englobante de nivel *supra* que es el sistema Tierra, constituye un dato muy esperanzador. Es, en todo caso, condición necesaria para una salida constructiva de la crisis geontrópica.

Conviene distinguir diferentes matices en el uso del término “sostenibilidad”. Se puede querer significar con él las estrategias y restricciones –de producción y consumo– necesarias para evitar o minimizar reacciones medioambientales (es decir, del sistema Tierra) catastróficas o incluso eventualmente letales para la humanidad. Así, las estrategias orientadas a evitar que el aumento de efecto invernadero que producen nuestras emisiones de CO<sub>2</sub>, metano, etc., se dispare excesivamente.

Sostenibilidad puede también apuntar a la voluntad de sostener o mantener el ritmo de crecimiento que caracteriza a una economía “sana”, según los criterios todavía vigentes. Desde la publicación, en 1972 y 1992, de los dos informes sobre los límites del crecimiento encargados por el Club de Roma, sabemos perfectamente que esta segunda expectativa es de imposible consecución, y que los gestores sigan razonando y comportándose como si tales informes, y otros muchos estudios

complementarios rigurosos, no existieran, tan sólo pone de manifiesto la tremenda capacidad condicionante del “sistema”, palabra que en este caso tiene desde luego un significado distinto del que normalmente se le da en el presente artículo.

Así pues, el único sentido razonable de “sostenibilidad” es el primero de los dos planteados. Pero el mismo implica asumir limitaciones del consumo, la producción y la dinámica económica que, según la lógica socioeconómica actual, son manifiestamente utópicas.

Consideremos, no obstante, esta observación más detenidamente. En un eventual pulso entre el sistema socioeconómico establecido y el sistema Tierra, ¿cuál sería el ganador y cuál el perdedor? ¿O quién ganará y quién perderá, suponiendo que dicho pulso esté, de hecho, entablado? Este planteamiento, por así decir polemológico, nos lleva a tener que reconocer nuestra inferioridad con respecto al sistema Tierra. Lo utópico no sería, por tanto, la propuesta de cambios radicales, sino más bien, a un plazo más bien corto, ¡el resistirse a llevarlos a la práctica!

### 5.1. El factor tiempo

Pero quizás haya un defecto de base en este modo de razonar. Estamos tan acostumbrados a verlo todo en términos de “guerra total”, de enemigo a destruir, que somos incapaces de entender que una contradicción –como la que hoy se da entre la Humanidad y el sistema Tierra– puede ser también *creativa* dentro de un proceso mucho más amplio.

Quizás la humanidad (que no es, insisto, un colectivo de alienígenas, sino una emergencia del sistema Tierra) está simplemente *tanteando* en busca de su ajuste óptimo en y con Gaia. Y sus torpes tanteos, propios de una entidad joven, causan problemas, como no podía ser de otra manera... Es muy posible que sea esta la razón por la que los sermones mediante los cuales personajes e instituciones que “ven el problema” –de Lovelock y Al Gore a Green Cross y Green Peace– tratan de sacudir a la sociedad para que cambie sus hábitos, parecen caer en saco roto: las explicaciones racionales y las palabras no sirven de mucho, es preciso experimentar, *vivir la experiencia* de los resultados, buenos o malos, de las propias actuaciones. *Es preciso equivocarse*, en suma; y así, por tanteo y error, acabar por encontrar el camino. Claro que, en el transcurso de su búsqueda ansiosa de experiencia, que le hace llegar al límite, un adolescente en crisis puede también perecer. Cierto. Pero madurar pasa necesariamente por asumir riesgos en la práctica.

Dicho en otras palabras, la jovencísima<sup>22</sup> antroposfera emergente necesita *tiempo* para desarrollar su proceso adaptativo. Un proceso en el que, como sucede siempre, ella sufrirá cambios y simultáneamente el entorno será modificado por ella. El factor temporal es de todo punto ineludible cuando lo que está en juego es la Tierra, y nosotros –es simplemente un hecho– formamos parte de ella. Por tanto, *sí que hay tiempo*. Pero es bien cierto que no lo hay, porque no lo ha habido nunca, para evitar tener que afrontar un duro umbral crítico. La evolución<sup>23</sup> no es un paseo por Disneylandia.

## 5.2. ¿Sostenibilidad para qué?

Ante todo para estar en condiciones de afrontar la travesía del desierto anunciada.

Sostenibilidad para convivir con el cambio climático, que según parece ya es imparable y que además nadie sabe hasta dónde puede llegar, porque siempre se dice que en el siglo XXI la temperatura puede subir entre 2 y 6 °C; pero, ¿y después? Que nadie diga que “eso es algo que a nosotros no nos afecta”, porque tratándose de la Tierra y de macroecología no se puede pensar así. Un cambio de escala temporal, también a nivel mental, se impone.

Sostenibilidad, también, como modificación radical de unos enfoques previos literalmente *insostenibles* (preocuparse únicamente por la generación actual, por mantener intacto nuestro estilo de vida, incluso sólo por nosotros los humanos...). Y recordemos, por otra parte, que no sólo hemos de afrontar el cambio climático: están igualmente los vertidos continuos de crudo, la macrocontaminación de ríos y áreas continentales, la caída en picado de la biodiversidad, la sobreexplotación y un largo etcétera.

El autor se da perfecta cuenta de que lo planteado aquí no entra dentro de los estándares habituales en un artículo normal sobre sostenibilidad. Pero obviamente este no es un artículo técnico, económico y ni siquiera científico en sentido estricto, sino uno perteneciente a la categoría transdisciplinar o, lo que es lo mismo, filosófico-científica, la cual el autor no sólo considera pertinente, sino que está persuadido de que es cada vez más necesaria. Ahora bien, desde dicha perspectiva se ve con toda claridad que la única vía para superar la crisis del sistema Tierra provocada por la

<sup>22</sup> En términos de tiempo geológico o del sistema Tierra.

<sup>23</sup> En sentido general, y más allá por tanto de la biológica en sentido estricto.

expansión de la antroposfera, pasa por un proceso de adaptación mutua entre el sistema preexistente y la esfera emergente. Y siendo así que la novísima cualidad axial de la antroposfera es la autoconsciencia de *Homo sapiens*, ya que es ella, en último extremo, la que engendra todos los demás rasgos y subesferas, se concluye que sólo un cambio en la consciencia de la humanidad, que se refleje lógicamente en la organización económica, social y geopolítica, puede tener auténtica relevancia de cara a un ajuste resolutorio.

Lo que se acaba de decir parece estar en contradicción con algo que se dijo anteriormente: que ni todo depende sólo de nosotros, ni es creíble que una conciencia medioambiental minoritaria y poco consecuente se vuelva mayoritaria y cien por cien comprometida de la noche a la mañana, pero se trata de una contradicción superficial. Por una parte, tomar conciencia de que la naturaleza terrestre no es sólo objeto pasivo sino también sujeto activo –a la vez confrontativo y dialogante–, supone un giro copernicano, y hacia él, poco a poco, nos vamos encaminando. Por otra, es cierto que el puro voluntarismo concienciador no es muy eficaz, pero sí que puede serlo, en cambio, *un proceso experiencial colectivo*, y tal es –incluso muy a pesar nuestro– el que ha puesto en marcha el ya imparable cambio climático, al cual tendremos que adaptarnos, nosotros y las generaciones venideras, al tiempo, claro está, que tratamos de reducir su amplitud, llenando así de contenido realista el término “sostenibilidad”.

## Referencias bibliográficas

- > Bertalanffy, L. von (1992), *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, Alianza, Madrid.
- > Campbell, D. T. (1970), “La causación descendente en los sistemas biológicos jerárquicamente organizados”, en Albritton, C. C., ed., *Filosofía de la geología*, Editorial Continental, México.
- > Capra, F. (1998), *La trama de la vida*, Anagrama, Barcelona.
- > Díaz Pineda, F., ed. (1996), *Ecología y desarrollo*, Editorial Complutense, Madrid.
- > Gadotti, M. (2002), *Pedagogía de la Tierra*, Siglo XXI, Buenos Aires.
- > Klir, G. J., dir. (1978), *Tendencias en la Teoría General de Sistemas*, Alianza, Madrid.
- > Kuhn, T. S. (1987), *La estructura de las revoluciones científicas*, FCE, México.
- > Laszlo, E. (1988), *Evolución. La gran síntesis*, Espasa-Calpe, Madrid.

- > Le Moigne (2010), "Sistema", en Lecourt, D., dir., *Diccionario Akal de historia y filosofía de las ciencias*, Akal, Madrid.
- > Lovelock, J. (2004), *Las edades de Gaia*, Tusquets, Barcelona.
- > Lovelock, J. (2008), *La venganza de la Tierra*, Planeta, Barcelona.
- > Meadows, D. et al. (1972), *Los límites del crecimiento*, FCE, México.
- > Meadows, D. et al. (1991), *Más allá de los límites del crecimiento*, El País/Aguilar, Madrid.
- > Monod, J. (2000), *El azar y la necesidad*, Tusquets, Barcelona.
- > Morin, E. (1992-2006), *El Método*, Cátedra, Madrid. 6 vols.
- > Nicolescu, B. (1996), *La transdisciplinarité: le manifeste*, Le Rocher, París.
- > Prigogine, I. y Nicolis, G. (1997), *La estructura de lo complejo*, Alianza Editorial, Madrid.
- > Prigogine, I. y Stengers, I. (2004), *La nueva alianza*, Alianza Editorial, Madrid.
- > San Miguel de Pablos, J. L. (2004a), *La Tierra, objeto paradigmático* (tesis doctoral), Servicio de Publicaciones de la UCM, Madrid.
- > San Miguel de Pablos, J. L. (2004b), "Complejidad y dualidad en el sistema Tierra", en *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* (12, 3); pp. 243-247.
- > San Miguel de Pablos, J. L. (2010), *Filosofía de la Naturaleza. La otra mirada*, Kairós, Barcelona.
- > Schneider, E. D. y Kay, J. J. (1999), "Orden a partir del desorden: la termodinámica de la complejidad en biología", en Murphy y O'Neill, eds., *La biología del futuro*, Tusquets, Barcelona.
- > Seattle, N. (1999), *Cartas por la Tierra*, Errepar, Buenos Aires.
- > Taibo, C. (2009), *En defensa del decrecimiento*, Los Libros de la Catarata, Madrid.
- > Tellería, J. L., ed. (2005), *El impacto del hombre sobre el planeta*, Editorial Complutense, Madrid.
- > Volk, T. (2000), *Gaia toma cuerpo. Fundamentos de una fisiología de la Tierra*, Cátedra, Madrid.
- > Westbroek, P. (1992), *Life as a Geological Force*, Norton, Nueva York.