

# LA MADRE TIERRA (GAIA) UN MACROBIOSISTEMA DE AUTORREGULACIÓN

D. Granados-Sánchez<sup>1</sup>; G. F. López-Ríos<sup>1</sup>; J. L. Gama-Flores<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. C.P. 56230  
<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Iztacala, México.

## RESUMEN

La hipótesis "Gaia" establece que la biosfera es una entidad de autorregulación, con la capacidad de mantener el planeta tierra saludable, controlando el ambiente físico y químico. La tierra es un macrosistema, pero no un superorganismo, puesto que su desarrollo no está controlado genéticamente.

Este supersistema tiene numerosas funciones interactuantes y ciclos de retroalimentación, que moderan las variaciones de temperatura y mantienen relativamente constante la composición química de la atmósfera y los océanos.

Desde la aparición de las primeras formas de vida, hasta la actualidad, la comunidad biótica ha tenido la función principal de la homeostasis biosférica, y no como se piensa, que los eventos geológicos son los únicos determinantes de la evolución y el equilibrio de la misma.

PALABRAS CLAVE: impacto ambiental, hábitat humano, vida y evolución.

## MOTHER EARTH (GAIA), A SELF-REGULATING MACROBIOSYSTEM

### SUMMARY

The hypothesis "Gaia" establishes that the biosphere is a self-regulating entity, able to maintain the planet earth healthy by controlling the physical and chemical environment. The earth is a macrosystem, but not a superorganism, since its development is not controlled genetically.

This supersystem has numerous interacting functions and self-renewing cycles which moderate the variations in temperature and maintain the chemical composition of the atmosphere and oceans relatively constant.

Since the first forms of life appeared, the community of life's main function has been the maintenance of balance in the biosphere, contrary to the belief that geological events are the sole determiners of evolution and balance.

KEY WORDS: environmental impact, human habitat, life, evolution.

## INTRODUCCIÓN

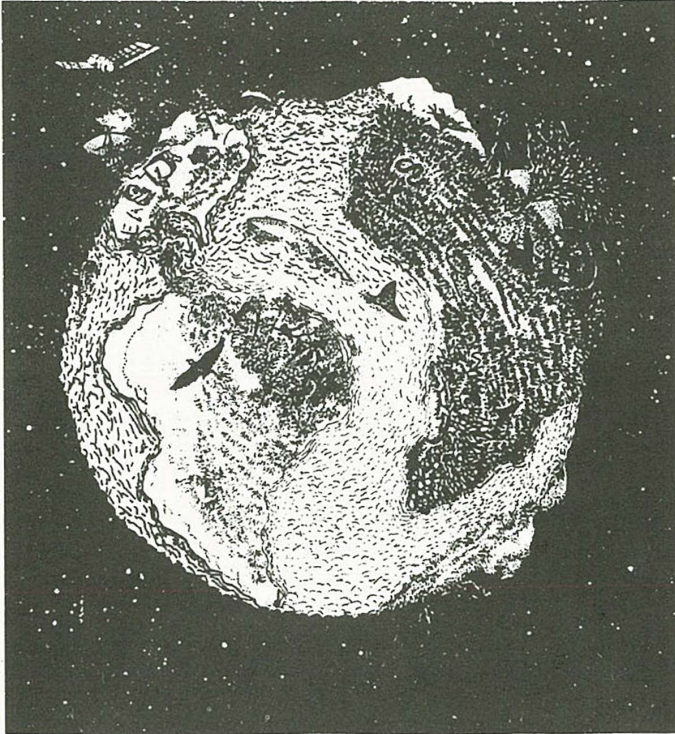
En 1974, la bióloga norteamericana Linn Margulis y el químico inglés James Lovelock propusieron que la hipótesis de que la biosfera y la atmósfera constituyen un sistema (un organismo con autorregulación) al cual bautizaron con el nombre de "Gaia" (en honor a la diosa griega de la tierra). En dicha hipótesis, los autores visualizan la atmósfera de la tierra como producto de procesos de un organismo que las realiza para mantener una composición y volumen atmosférico favorable para sustentar la vida.

Gaia es la Tierra vista como una entidad viva, en la que, como ocurre con otros organismos, su composición química y su temperatura se autorregulan de acuerdo con el estado más favorable para la vida. Lovelock sostiene que ver la Tierra como una entidad viva es una forma conveniente, pero distinta, de organizar sus hechos.

La hipótesis Gaia es una teoría científica que afirma que la vida misma controla las condiciones físicas y químicas de la superficie, la atmósfera y los océanos de la Tierra, para que resulten adecuadas para la vida. Esta hipótesis ha conducido al desarrollo de una nueva ciencia

de los sistemas, que estudia todas las interrelaciones de la ecósfera (Figura 1).

Desde que apareció la vida en la Tierra se han producido muchos cambios y el sistema ha tenido que reorganizarse muchas veces. Ha habido períodos de evolución rápida y períodos de extinciones masivas. Constantemente tienen lugar pequeñas acciones equilibradoras. Han surgido y desaparecido muchas veces, pero en todo momento la vida se ha protegido a sí misma, reorganizándose para seguir adelante.



**FIGURA 1.** La madre tierra "Gaia", es una entidad robusta y adaptable a los cambios que en ella se suceden, como un sistema complejo de autorregulación; en el cual el hombre es sólo una pequeña parte.

El concepto se basa en una amplia gama de evidencias empíricas bien establecidas, además de la teoría sobre la química de la atmósfera y la evolución de los organismos. Los datos muestran que la atmósfera de la tierra es muy distinta a la de cualquier otro planeta conocido. De hecho, está en un alto desequilibrio químico; por ejemplo, existen más gases de los que se esperarían, posiblemente en un sistema en equilibrio con la cantidad existente de oxígeno. En la actualidad, se asume que la formación de dicha atmósfera ha sido producto de la evolución de la vida, que tuvo un ambiente inicial anaerobio y reductor para finalmente ser sustituido por otro aerobio y oxidativo. En las primeras condiciones, carentes de oxígeno, se hipotetiza que los primeros organismos adaptados (en aguas o sedimentos saturados) fue-

ron probablemente heterótrofos reductores que obtenían el carbón, oxígeno, nitrógeno y azufre del agua donde habitaban. Estos organismos produjeron entonces oxígeno, derivado de reducción, en el proceso de respiración y descomposición.

También se asume que la vida en la tierra evolucionó sólo hasta que se formó la capa de ozono en la atmósfera y se evitó la entrada de luz UV. Los primeros organismos fotosintéticos de quienes existe registro fósil (estromatolitos) fueron las algas verde-azules (Cyanobacterias) que crecieron en la superficie terrestre y fueron protegidas de la radiación UV por capas de células muertas. Como resultado de esto, aumentó la cantidad de oxígeno en la atmósfera mientras que la de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) comenzó a decrecer. Un aumento mucho más acelerado de concentración de oxígeno atmosférico se debió a la aparición de los procariontes (organismos unicelulares sin membrana nuclear cerrada), algunos de los cuales eran aerobios y autótrofos, capaces de fotosintetizar. Como resultado de la fotosíntesis de estos últimos, la cantidad de oxígeno en la atmósfera se acumuló hasta las concentraciones actuales de 21.0%. Este es el límite máximo de seguridad ya que este gas es tan reactivo que un aumento tan solo del 4% promovería combustión espontánea. La cantidad de oxígeno también sirve para limitar la concentración de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y otros gases.

Casi todo el oxígeno atmosférico es utilizado para la fotosíntesis y reciclado rápidamente por la respiración. Sin embargo, ha permanecido en esa proporción durante mucho tiempo y se piensa que debe existir algún mecanismo de control. La hipótesis Gaia presupone que el metano junto con el óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) son los reguladores principales del oxígeno, y amortiguan su pérdida en procesos oxidativos no biológicos. Tanto el  $\text{CH}_4$  como el  $\text{N}_2\text{O}$  se combinan con el oxígeno y participan en la regulación del ozono. Paralelo con el aumento de la productividad biológica y la disminución del oxígeno atmosférico, hubo un decremento drástico de  $\text{CO}_2$  y un crecimiento sustancial en la cantidad de nitrógeno. Actualmente se sabe que el balance del  $\text{CO}_2$  en la atmósfera se mantiene por reacciones simples con las aguas oceánicas. Tanto el oxígeno como el  $\text{CO}_2$  están en equilibrio con los carbonatos ( $\text{CO}_3$ ); y hay aproximadamente 50 veces tanto carbón en los océanos como en la atmósfera. La alta proporción de nitrógeno en el ambiente se debe en gran parte a las bacterias nitrificadoras. Además, sirve para diluir la concentración de oxígeno ambiental, lo cual reduce el riesgo de una combustión espontánea. Adicionalmente, el nitrógeno mantiene la presión de aire en cuya ausencia se requie-

ría reducir el vapor de agua (gas importante con efecto de invernadero).

La Tierra parece totalmente distinta a otros planetas, como Venus y Marte (Tabla 1). Abundante agua y oxígeno dan a la Tierra una apariencia salpicada de blanco y azul. Marte y Venus, por el contrario, son pardos e inexpresivos; son como las arenas de un desierto junto a una flor fresca. La diferencia, vista a través de radiaciones de otras longitudes de onda que el ojo no percibe, es incluso mayor. El reflejo de radiación infrarroja de la Tierra está intrínsecamente modulado por las vibraciones de moléculas, como las del metano, óxido nitroso, cloruro de metilo y ozono en la atmósfera. En estas longitudes de onda, el aire mismo es multicolor. En los ultravioleta, los reflejos revelan la presencia de oxígeno. La coexistencia prolongada del oxígeno y de los gases reactivos, como el metano, es imposible en la atmósfera de un planeta muerto; en cambio, es original de la Tierra. La vista desde el espacio también revela otras diferencias. La salida de la radiación infrarroja de la Tierra (es decir, su pérdida total de calor) es menor de lo que se esperaría de un planeta que ocupara esa posición en el Sistema Solar, si éste fuera simplemente un conjunto de rocas desnudas, como la Luna, y mucho menos si tuviera una atmósfera como la de Marte o Venus. La Tierra parece tener una atmósfera que retiene justo la cantidad correcta de calor para mantener un clima cómodo para los organismos vivos. Esta visión de la Tierra fue la que llevó a comprender que la atmósfera original pero inestable y reactiva de la tierra necesitaría algún medio para autorregularse a largo plazo.

**TABLA 1. Parámetros atmosféricos de comparación entre la tierra y otros planetas.**

Gas	Planeta			
	Venus	Tierra sin vida	Marte	Tierra actual
Dióxido de carbono	98%	98%	95%	0.03%
Nitrógeno	1.9%	1.9	2.7%	79%
Oxígeno	Vestigios	Vestigios	0-13%	21%
Argón	0.1%	0.1%	2%	1%
Temperatura de superficie (en °C)	477	290±50	-53	13
Presión total (en bares)	90	60	0.064	1.0
	0309	0390	3	5

Vista con toda su belleza brillante, que destaca en la oscuridad profunda del espacio, la Tierra parece estar muy viva. Esta impresión de vida es real. Sólo un planeta con vida abundante, capaz de retener agua y de regular su atmósfera y su clima original, podría parecer tan distinto a sus planetas hermanos. Marte y Venus, que están muertos. Por supuesto, la Tierra no está viva como lo está un animal, capaz de reproducirse y evolucionar compitiendo con otros animales. Es un superorganismo, vivo como un gran ecosistema o como algún

árbol gigante; la mayor forma de vida que conocemos hasta ahora Lovelock piensa que la ciencia está equivocada al negar la condición de vida a tal entidad; un estado de vida intermedio entre la materia inanimada y los organismos sensitivos, pero con más duración que la mayoría de estos últimos.

Gaia es un sistema en evolución, compuesto por todas las cosas vivas y la superficie de su medio ambiente, los océanos, la atmósfera y las rocas, ambas partes emparejadas firmemente e indivisibles. Es un "dominio emergente", un sistema que ha surgido de la interacción recíproca de los organismos y su entorno, a través de los efectos de vida sobre la Tierra. En este sistema, la autorregulación del clima y la composición química son totalmente automáticos. La autorregulación se produce al evolucionar el sistema.

La hidrosfera (principalmente los océanos) al igual que la atmósfera está en estado de desequilibrio químico, según se argumenta, por procesos orgánicos. (Figura 2) En primer término, el fitoplancton utiliza el hidrógeno. Previo a la evolución de la vida, el hidrógeno era producido principalmente por la oxidación del agua durante la actividad volcánica. Sin embargo, se perdió hacia la atmósfera por su baja densidad. Esto pudo haber ocasionado la desaparición de los océanos. Obviamente esto no sucedió ya que el oxígeno producto de la fotosíntesis se combina con el hidrógeno y forman agua. El vapor de agua es pesado y no puede escapar puesto que con el aumento de la altitud, o bien se condensa o se congela y regresa a la tierra. Otro factor adicional es la composición mineral marina, es mucho más baja de lo esperado, dado un equilibrio químico, pero que su salinidad actual es muy favorable para sustentar vida animal y vegetal. Las sales se están continuamente radiando por la escorrentía y por su esparción subterránea en el piso marino. La eliminación del exceso salino (particularmente del cloro) por evaporación y sedimentación lo cual ocurre en bahías y lagunas someras en donde la entrada de agua marina es mayor que la salida de agua dulce. Entre las áreas que más contribuyen a este proceso están las grandes lagunas circundadas por atolones y arrecifes de coral (Figura 2).

Un proceso de retroalimentación muy importante que coopera mucho en la estabilización en el sistema Gaia es el de la atmósfera producida por los organismos en las condiciones climáticas actuales del planeta. La temperatura de la biosfera debió ser mantenida dentro de un rango de temperatura muy estrecho de 0-50° C, para que pudiera darse la evolución de la diversidad orgánica existente. Existe, sin embargo, mucha evidencia, que durante la evolución de la tierra, aumentó gradualmente la radiación solar entrante. Lógicamente, se esperaría

que eventualmente se evaporase toda el agua e incluso que eso provocara condiciones más extremas no sólo diarias sino estacionales que las observadas hoy en día. ¿Por qué no sucedió así?, ¿Acaso la cantidad de gases con efecto de invernadero mantuvieron dentro del mencionado rango la temperatura del planeta?. Estos gases son aquellos que absorben las longitudes de onda pequeñas y cálidas de la radiación solar entrante y la reirradian de regreso a la tierra. Uno de los más importantes es el CO<sub>2</sub>, además del vapor de agua, amoníaco (NH<sub>3</sub>), y el metano. Se hipotetiza que el decremento del contenido atmosférico de CO<sub>2</sub> es debido a la actividad fotosintética, la cual compensa el aumento de energía solar y que las fluctuaciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> han ocurrido paralelas con alternancias climáticas cálidas y frías. Registros geológicos de proporciones de hidrógeno y oxígeno sugieren que ha habido cuando menos 15 eras de hielo desde los períodos Cretácico y Jurásico. Más

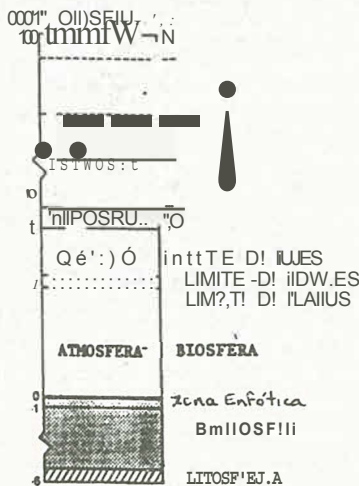


Figura 2 Rangos espaciales de la "Gala", en relación a variación de la altitud y contenido gaseoso.

aún, el calor irradiado de la superficie terrestre potencializa el ciclo hidrológico de evaporación y precipitación, la circulación atmosférica (viento) y de los océanos (corrientes), a los cuales se debe las variaciones climáticas de precipitación y temperatura (Tabla 2).

Tabla 2 Análisis comparativo de algunos gases químicamente reactivos deT aire.

G u	Cantidad %	Flujo en megatone-ladas	Medida del dtnquilllbrlo	Posible función Incluida en la hipó-tnlaGala
Nitrogeno	79	300	10 <sup>0</sup>	Aumento de la presión. Extinción de incendios. Alternativa del nitrato marítimo.
Oxígeno	21	100.000	Ninguno, tomado como referencia	Gas de referencia energética
Dióxido de carbono	0.03	140.000	10	Fotosíntesis. Control dimético
Metano	10 <sup>-4</sup>	1.000	Infinito	Regulación de oxígeno. Ventilación de la

Oxido nitroso	10 <sup>5</sup>	100	10 <sup>3</sup>	zona anaerobia. Regulación de oxígeno. Regulación de ozono.
Amoníaco	10 <sup>6</sup>	300	Infinito	Control del pH Control climatológico (épocas remotas)
Gases azufrados	10 <sup>6</sup>	100	Infinito	Transportes de gases del ciclo del azufre.
Cloruro de metilo	10 <sup>1</sup>	10	Infinito	Regulación de ozono.
Yoduro de metilo	10 <sup>1</sup>	1	Infinito	Transporte de yodo.

La tierra podría estar, en cierto sentido viva, no como la veían los antiguos, una diosa sensible, con propósito y premeditación, sino más bien como un árbol; un árbol real, que nunca se mueve excepto para balancearse en el viento, pero al mismo tiempo conversa constantemente con la luz del sol y con la tierra. Y utiliza la luz del sol, el agua y los nutrimentos para crecer y cambiar, tan imperceptiblemente.

Mediante un proceso conocido como fotosíntesis, las plantas fabrican azúcares a partir de agua y dióxido de carbono, aprovechando la energía solar. También utilizan elementos de la tierra para construir sus tejidos. Quizá una planta sumamente simple podría vivir sola en la Tierra, pero pocas de las plantas superiores sobrevivirían mucho tiempo sin los microbios del suelo, que producen nutrimentos a partir de los restos de otras plantas y animales sin sombra, sin desagües y sin otras condiciones proporcionadas por las plantas vecinas, o sin animales que polinizaran y dispersaran las semillas.

Muy pocos organismos podrían vivir aislados en el planeta. Cada especie depende de otras muchas, y todos los organismos forman parte de la biosfera, dando y tomando unos de otros en todas las fases de vida y su muerte. Si se elimina uno o varios de ellos, el esquema tendrá que alterarse.

Tres mil millones de años de evolución han dado como resultado este complejo sistema. Los primeros organismos de la Tierra que lograron fotosintetizar sus propios hidratos de carbono fueron las algas verdes azuladas que vivían en océanos poco profundos, protegidos de la intensa radiación ultravioleta que baña la tierra firme. Pero como consecuencia de su propia bioquímica (al desprenderse el oxígeno que quedaba como subproducto de la fotosíntesis), se fue formando una atmósfera rica en oxígeno y una delgada capa de ozono que bloqueaba gran parte de la radiación ultravioleta. Poco a poco, la vida fue saliendo de los océanos a la luz del sol, invadiendo la tierra, ahora protegida de los mortíferos rayos ultravioletas. Desde los primeros tiempos, la vida dependió de la vida.

Consideremos ahora las otras formas de construir un mundo de esta índole y comparémoslas luego con el

modelo ya discutido. Supongamos una total falta de vida en Marte y Venus e interpongamos entre ellos un hipotético planeta inerte que ocupara el lugar de la Tierra. Una buena forma de imaginar sus características fisicoquímicas respecto a sus vecinos sería hacerlo en términos de un país imaginario situado a mitad del camino entre Finlandia y Libia. La composición atmosférica de Marte, la Tierra, Venus, y nuestro hipotético planeta abiológico.

La segunda forma es de suponer que sería una de esas profecías cuyo mensaje es que el fin inminente de nuestro planeta. se hace realidad y que la Tierra carece de toda posibilidad de vida (no hay posibilidad alguna de que una devastación de tal grado se produzca, pero imaginemos que así ha sido). Para completar con propiedad el cuadro y seguir paso a paso los cambios de decorado químico durante la muerte de nuestro planeta. necesitamos idear un proceso que acabe con la vida sin alterar el entorno físico; dar con algo tan definitivo representa a pesar de las profecías de muchos ecologistas, un problema prácticamente insoluble. Se habla de la amenaza de los aerosoles para la capa de ozono; al desaparecer, nada impedirá que una avalancha de letal radiación ultravioleta procedente del sol "destruya" completamente la vida sobre la Tierra. La eliminación total o parcial de la capa de ozono que envuelve a la Tierra tendría muy desagradables consecuencias para la vida tal como la conocemos. Muchas especies, incluyendo al hombre, padecerían daños y otras serían destruidas. Las plantas verdes, principales productoras de alimentos y oxígeno, sufrirían deterioros, pero se ha demostrado recientemente que ciertas especies de algas azul-verdes, transformadoras primarias de energía en los tiempos antiguos y en las playas modernas, son extremadamente resistentes a las cortas ondas de la radiación ultravioleta. La vida de este planeta es una entidad recia, robusta y adaptable, nosotros no somos, sino una pequeña parte de ella. Su fracción más esencial está constituida probablemente por el conjunto de criaturas que habitan los lechos de las plataformas continentales y que pueblan el suelo inmediatamente bajo la superficie. Los animales y las plantas de gran tamaño son relativamente irrelevantes; resultan quizá comparables con ese grupo de elegantes vendedores y modelos glamorosos que se encargan de presentar un producto. Pueden ser deseables pero no esenciales. Son los esforzados trabajadores microbianos del suelo y los lechos marinos los que mantienen las cosas en marcha, y la opacidad de sus respectivos medios los pone a salvo de la más intensa radiación ultravioleta.

Las radiaciones nucleares tienen posibilidades letales: si una estrella próxima se convierte en una supernova y explota ¿no esterilizará a la Tierra la intensa radiación cósmica? ¿Y qué sucedería si, en el transcur-

so de una guerra total, el armamento nuclear es utilizado a discreción? Pues que, como en el caso anterior, la especie humana y los animales grandes se verían seriamente afectados. pero para la mayor parte de la vida unicelular tales acontecimientos ni siquiera se habrían producido. Se ha investigado repetidamente la ecología del atolón "Bikini" para ver si el alto nivel de radiactividad consecuencia de las pruebas nucleares allí realizadas ha perjudicado la vida del arrecife coralino, comprobándose su escaso efecto, salvo donde la explosión voló el suelo fértil dejando al descubierto la roca.

Lovelock empezó a considerar la posibilidad de que la atmósfera terrestre fuera un ensamblaje biológico y no sólo una colección inerte de gases mientras intentábamos validar empíricamente la teoría de que era posible dilucidar la existencia o no de vida en un planeta estudiando la composición química de su atmósfera, experimentos que la confirmaron lo convencieron al mismo tiempo de que la atmósfera terrestre era una mezcla tan curiosa e improbable que su producción y mantenimiento no podía deberse al mero azar. Aparecían por todas partes transgresiones a las normas del equilibrio químico y, sin embargo, en el seno de este desorden aparente se mantenían constantes, de alguna forma. unas condiciones favorables para la vida. Cuando se presenta lo inesperado y no puede achacarse a la casualidad, lo procedente es buscar una explicación racional. La hipótesis de la existencia de Gaia nos sirve para explicar la extraña composición de nuestra atmósfera, dado que según ella es la biosfera la que mantiene y controla activamente el aire dentro del cual vivimos, suministrando de tal modo un entorno óptimo para la vida del planeta. Para confirmar o negar este supuesto se examina la atmósfera de modo muy parecido a cómo el fisiólogo estudia los componentes de la sangre, cuando lo hace preguntándose de qué forma contribuye cada uno de ellos a mantener viva la criatura de la que proceden.

Desde el punto de vista químico, aunque no en términos de abundancia, el gas dominante en el aire es el oxígeno. Es este elemento el que establece el nivel referencial de energía química a todo lo largo y ancho del planeta, nivel que hace posible encender fuego -dada una sustancia combustible- en cualquier punto de la Tierra. Ofrece una diferencia de potencial químico lo bastante amplia para que los pájaros puedan volar y nosotros podamos correr y mantener nuestra temperatura cuando la exterior descende; quizá, incluso, hasta pensar. El nivel actual de la tensión de oxígeno representa para la biosfera contemporánea lo mismo que el suministro de electricidad de alto voltaje para nuestra sociedad de hoy.

Casi todo el oxígeno que genera la fotosíntesis de las plantas verdes se introduce en la atmósfera para ser

utilizado en esa otra actividad fundamental de la vida, la respiración, en un lapso de tiempo relativamente corto. Este proceso complementario, la respiración, jamás resultará, obviamente, en un aumento neto del oxígeno: ¿cómo se ha acumulado entonces este gas en la atmósfera? Hasta hace poco se pensaba que la fuente principal era la fotosíntesis del vapor de agua en las capas superiores: las moléculas de agua escindidas liberan átomos de hidrógeno lo bastante ligeros para escapar al campo gravitatorio terrestre y átomos de oxígeno que se unen de dos en dos para formar moléculas de dicho gas o de tres en tres para dar moléculas de ozono. Cierto es que este proceso produce un incremento neto del oxígeno pero, por muy importante que pudiera ser éste en el pasado, en la biosfera contemporánea es una fuente desdénable.

En un mundo donde Gaia existe, nuestra especie y su tecnología son parte simple e inevitable del escenario natural. Nuestras relaciones con la tecnología liberan, cantidades de energía siempre crecidas y nos ofrecen una capacidad también siempre mayor de analizar y procesar información. La cibernética nos enseña que quizá logremos salvar los escollos de esta época turbulenta si nuestra pericia en el manejo de información se desarrolla más rpe prisa que nuestra capacidad de producir energía. Dando pues por supuesta su existencia, consideremos tres características principales de Gaia que podrían modificar substancialmente nuestra relación con el resto de la biosfera.

1. La propiedad más importante de Gaia es su tendencia a optimizar las condiciones de la totalidad de la vida terrestre. Suponiendo que no hayamos interferido seriamente en ella, tal capacidad optimizadora habría de tener idéntica importancia a la que tuvo antes de la aparición del hombre en escena.

2. En Gaia hay órganos vitales, emplazados en su parte central y órganos prescindibles o redundantes, situados principalmente en la periferia. Lo que hagamos a nuestro planeta dependerá grandemente del lugar donde se lo hagamos.

3. Las respuestas que en Gaia desencadena los cambios a peor se producen según las reglas de la cibernética, donde la constante temporal y el bucle de ganancia son factores importantes. La constante temporal de la regulación de oxígeno, por ejemplo, se mide en milenios y resulta evidente que cuando procesos tan lentos cobran tintes indeseables, las indicaciones de que ello es así son sumamente débiles. Cuando los síntomas de que algo falla aparecen y se pone remedio, la inercia hará empeorar aún más las cosas antes de que se produzca la mejoría, igualmente lenta.

En cuanto a la primera de estas características, Lovelock supone que el mundo gaiano se desarrolla mediante selección natural darwiniana, siendo su meta el mantenimiento de unas condiciones óptimas para la vida en todas las circunstancias, incluyendo las variaciones en la producción calorífica del Sol y en las del propio interior del planeta. También supone que, desde su aparición, la especie humana ha formado, como las demás especies, parte de Gaia, y que como ellas ha tomado parte inconscientemente en el proceso de homeostasis planetaria.

Con respecto a la segunda característica, Lovelock se pregunta qué regiones de la Tierra son vitales para el bienestar de Gaia y sin cuáles podrían pasarse, asunto sobre el que ya disponemos de información útil. Sabemos que las regiones del globo no comprendidas entre los 45° norte y los 45° sur están sujetas a glaciaciones, durante las cuales grandes extensiones de nieve o de hielo esterilizan totalmente el suelo haciéndolo confundirse en algunos sitios con el mismo lecho de roca. Aunque la mayoría de nuestros centros industriales se hallan en las regiones septentrionales templadas sometidas a glaciaciones, ninguno de los efectos de la actividad industrial en estas regiones puede compararse con la devastación natural causada por el hielo. Parece, por lo tanto, que Gaia puede tolerar la pérdida de estas partes de su territorio, el 30 por ciento aproximadamente de la superficie terrestre.

No hace demasiado tiempo parecía que la humanidad fuera el cáncer del planeta. Habíamos cortado, aparentemente, los bucles de realimentación de la peste y las hambrunas que regulaban nuestro número. Crecíamos sin restricciones a expensas del resto de la biosfera, mientras al mismo tiempo nuestra contaminación industrial y los agentes abióticos químicos que como el DDT envenenaba a las pocas criaturas que no habíamos arrancado de sus hábitats. Cierto es que el peligro está por conjugar con algunos lugares, pero la población ha dejado de crecer indiscriminadamente en todos lados, la industria es mucho más consciente de sus repercusiones sobre el medio ambiente y sobre todo, hay una toma de conciencia pública que se extiende por doquiera. Podemos aducir que el esparcir información concerniente a nuestros problemas está provocando el desarrollo de un nuevo proceso, si no de solución, si al menos de control, finalmente Lovelock considera que hemos de felicitarnos por no necesitar ya de los brutales reguladores demográficos que son las epidemias y las hambrunas. En muchos países, el control de la natalidad es una práctica espontánea cuyo origen es el deseo de una mayor calidad de vida, raramente posible cuando los hijos son muy numerosos.

Hagamos lo que hagamos con el planeta, es improbable que desaparezca toda la vida en él. Pero no somos más que una especie, y nuestra propia supervivencia no está segura.

#### LITERATURA CITADA

DEEW, E. S. 1971. The human population. In: Man and the Ecosphere

Readings from Scientific American. San Francisco, W.M. Freeman: 49-56.

LOVELOCK, J. E. 1979. Gaia a new look at life on earth. London, Oxford University Press.

LOVELOCK, J. E. 1986. Gaia: the world as a living organism. New Scientist 112:25-8.

WATSON A. 1991. Gaia Inside Science. New Scientist 4:1-4.