



TEORÍA GAIA ORGÁNICA: una introducción

Carlos de Castro Carranza

Prólogo

A través de partes casi independientes, este ensayo trata de resumir de forma sencilla la teoría Gaia orgánica que defiendo. La (*persona*) lectora se va a encontrar con una discusión que tiene aspectos científicos, filosóficos, culturales y éticos. Y es que es así: no se puede, y creo que no se debe, intentar separar, al menos en este caso, la teoría científica que aquí se expone de sus implicaciones filosóficas y culturales. Si inevitable fue que los descubrimientos de Galileo tuvieran implicaciones fuera de la física e inevitable es que las teorías de la evolución de las especies los tengan, creo firmemente que es mejor dejar de fingir que somos asépticos y desinteresados como científicos. Es mentira, y siempre desconfío del científico o experto que luce esos galones falsos. Al científico puede

que no le guste mezclar filosofía y ciencia con hasta toques literarios; el problema no existe en realidad, pues debería ser capaz de distinguir, si quiere hacerlo, entre unos y otros “lenguajes”. Confío más en que les importe menos a las filósofas y artistas este entramado de lenguas.

En cualquier caso, lo dedico a las (*personas*) científicas con vena filosófica y artística, a las artistas que disfrutan de la ciencia, y a las filósofas que aman todos los lenguajes.

El objetivo de estas páginas es dejar a la lectora con ganas de seguir profundizando en el tema, o de discutirlo. La bibliografía al final del libro puede ayudar.

También puede ampliar aquí:

www.gaia-organica.info

1ª Parte: Hipótesis y teoría Gaia

La intuición de que la Tierra es un ente vivo ha circulado y permeado en algún momento a casi todas las culturas.

En muchas culturas de cazadores-recolectores es muy frecuente el animismo, la idea de que todo lo que nos rodea está vivo y tiene alma. Incluso la idea de que el conjunto del cosmos es una entidad viva es bastante común. De ahí que para estas culturas no sólo merecen respeto los animales y las plantas, sino el Todo, que se identifica como un ser vivo.

En la antigüedad de nuestra cultura (la que hoy llamamos occidental) romanos y griegos dan un carácter de diosa a Gea o Gaia, la madre Tierra.

Así, Tales de Mileto compara a la Tierra con un animal. Y para Anaximandro y Pitágoras la Tierra es un organismo.

La idea no muere en el Renacimiento: para William Gilbert, redescubridor de la brújula hacia 1600, la Tierra es un organismo con una especie de instinto de supervivencia. Y Kepler, el astrónomo, la trata en sus escritos como si estuviese viva.

Sigue viva a lo largo de la Edad moderna y especialmente en el romanticismo. Los alquimistas (entre ellos Newton) no descartan incluso que el cosmos entero sea un ente vivo.

Y para los románticos, sobre todo alemanes (Novalis, Goethe, Beethoven -la 6ª sinfonía-, Alexander von Humboldt...), la vida se sublima a cotas tan altas que mantienen esta idea, aunque el ser humano sea el organismo capaz de lo mejor (y de lo peor).

Concretamente el escocés James Hutton propone crear una nueva ciencia: la geofisiología (fisiología de la Tierra), y trabaja con ideas de la Tierra no alejadas de la idea de superorganismo.

“Todo es animado y todo está lleno de dioses”.

- Tales de Mileto -

Eduard Suess acuña en 1875 el término *biosfera* que luego utilizará Vladimir Vernadsky en ideas científicas que preceden a las ideas de la hipótesis Gaia de James E. Lovelock.

En el fondo, a partir del Renacimiento, lo que se separan son dos visiones distintas del mundo: el organicismo (la visión orgánica de las cosas) que es la visión antigua y que perdura aún hoy, frente al mecanicismo, que es la visión que surge paulatinamente con el avance tecnocientífico y la Revolución Industrial.

Los primeros autores cabalgaban en las dos visiones del mundo simultáneamente: por ejemplo, Kepler y Newton en las ciencias físicas, y luego Lamarck y Darwin en las biológicas, no dejan de avanzar en la metáfora mecánica del mundo pese a que no abandonan nunca la visión orgánica.

En el siglo pasado y lo que llevamos de éste, la visión mecánica no ha hecho más que avanzar en detrimento aparente de la visión orgánica.

En las ciencias biológicas, el neodarwinismo, exponente máximo del mecanicismo, triunfa, y tan sólo visiones no científicas -como el creacionismo religioso, la interpretación más o menos literal de la Biblia- parecen oponerse a él.

Sin embargo, a principios de siglo XX, Vernadsky asienta las bases científicas de la visión que luego -sin saberlo- expandirá Lovelock.

Para Vernadsky:

- La biosfera proporciona entornos adecuados para la existencia de la vida.
- La vida no es un desarrollo accidental de la superficie terrestre, sino que está íntimamente relacionada con sus propiedades y forma parte de sus mecanismos.
- Son estos mecanismos que desarrolla en la superficie

“Tenéis que saber que cada trozo de esta tierra es sagrado para mi pueblo, la hoja verde, la playa arenosa, la niebla en el bosque, los pardos insectos, son sagradas experiencias y memorias de mi pueblo...
Nuestros muertos (...) nunca se alejan de la tierra, que es la madre. Somos una parte de ella y la flor perfumada, el ciervo, el caballo, el águila majestuosa, son nuestros hermanos, las escarpadas peñas, los húmedos prados, el calor del cuerpo del caballo y el hombre. Todos pertenecen a la misma familia.”

- Noah Seattle -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

terrestre los que le permiten sobrevivir. La vida se necesita a sí misma para mantenerse viva.

Hipótesis Gaia de Lovelock

A finales de los años 1960, James E. Lovelock trabajaba para la NASA en el problema de llevar un aparato para detectar la vida en Marte. Dándole vueltas a la idea se dio cuenta de que Marte no podría tener abundancia de vida, pues si fuera así, su mera presencia modificaría las propiedades del entorno radicalmente; por ejemplo, la atmósfera sería diferente a la que poseía Marte o cualquier otro planeta de nuestro Sistema solar salvo la Tierra. La Tierra tiene concentraciones de gases muy alejadas del equilibrio químico, como el oxígeno, que es muy reactivo y debería desaparecer si no fuera precisamente por la presencia de vida. Como la atmósfera de Marte era químicamente casi inerte -en equilibrio-, la conclusión de Lovelock era que en Marte no podía existir vida, salvo quizás en mínimas trazas. A la NASA no le

gustó la idea (que dejaba sin "propaganda" las misiones a Marte).

Pero a Lovelock le sirvió para profundizar en la idea de la notable influencia de la vida sobre el planeta Tierra. Sus ideas las empezó a discutir con todo el mundo, alguien le sugirió el nombre de Gaia (William Golding, premio Nóbel de literatura) y Lynn Margulis y Carl Sagan le hicieron caso.

Tras muchos esfuerzos, Margulis y Lovelock consiguen publicar dos artículos en sendas revistas científicas, en las que presentan la hipótesis Gaia:

- **Existe una homeostasis (~regulación) de la atmósfera por y para la biosfera.**
- **La vida regula el clima y la composición de la atmósfera en un óptimo para ella misma.**
- **La vida controla todo su entorno; los organismos pertenecen a un organismo mayor que es Gaia.**

“La búsqueda de Gaia es el intento de encontrar la mayor criatura viviente de la Tierra”.

- James Lovelock -

Y vinieron las controversias.

Gracias a las críticas, la hipótesis de Lovelock dejó de pasar desapercibida.

Las ideas de Lovelock despertaron un interés en varios autores neodarwinistas. Citemos algunas **críticas a la hipótesis:**

Doolittle:

Los organismos inconscientes no pueden planificar y prever conscientemente para regular el planeta, como si negociaran cada año el próximo clima y composición atmosférica.

Dawkins:

La hipótesis es incompatible con la selección natural de Darwin. La regulación planetaria no puede haber evolucionado ya que la unidad de selección no es la biosfera sino los organismos. Gaia necesita no sólo relaciones cooperativas por parte de sus organismos sino que necesita luchar y sobrevivir y reproducirse con otras gais para evolucionar. Si Gaia es un

organismo sólo puede surgir de la selección natural y para ello se necesitaría una lucha por la existencia contra otros planetas.

Maynard-Smith:

Existe una dificultad insalvable entre la optimización local de los organismos en su lucha por la existencia y la optimización global de la biosfera por parte de individuos egoístas. Gaia parece implicar un altruismo en los organismos, una cooperación en todos los niveles y escalas hasta llegar al propio planeta. Desde el darwinismo esto parece imposible.

En definitiva, no gustaba la idea orgánica que inspiraba la hipótesis Gaia.

Lovelock no dejaba claro si su visión de Gaia como un organismo era una simple metáfora o una realidad. En el primer caso, no gustaba; en el segundo, la idea era frontalmente rechazada.

“Rechazamos la analogía de que Gaia es un organismo individual, principalmente porque no hay ningún organismo que se nutra de sus propios residuos ni que recicle por sí mismo su propio alimento”

- Lynn Margulis -

“La hipótesis Gaia no dice nada nuevo, no ofrece ningún nuevo mecanismo. Sólo cambia la metáfora. ¡Pero metáfora no es un mecanismo!”

- Stephen J. Gould -

“¿Qué es la gravedad?... Todo lo que hemos hecho es describir cómo se mueve la Tierra alrededor del Sol, pero no hemos dicho qué la hace moverse. Newton no hizo hipótesis sobre esto; se contentó con encontrar qué hacía sin entrar en su mecanismo. Nadie ha proporcionado desde entonces ningún mecanismo”

- Richard P. Feynman -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Las críticas de Doolittle y otros se centraban en la idea de que Gaia parecía un organismo teleológico (con fines y propósitos), algo que para una visión mecanicista del mundo resultaba intolerable: para ellos *teleología* es un concepto acientífico.

Lovelock trata primero de defenderse, pero luego, poco a poco va cediendo terreno y termina modificando sustancialmente su hipótesis. La reelabora, y la llama ahora Teoría Gaia.

Responde a las críticas en varios frentes:

1. Gaia, como organismo, es sólo una metáfora útil (como puede serlo el "gen egoísta" de Dawkins).

2. Gaia no es un ser teleológico (según Lovelock nunca pretendió decir que lo fuera).

3. Gaia es consistente con el neodarwinismo, es una extensión de él.

4. Gaia funciona de forma análoga a modelos matemáticos como Daisyworld (que a continuación se explicará).

- o Daisyworld regula la temperatura y no es teleológico

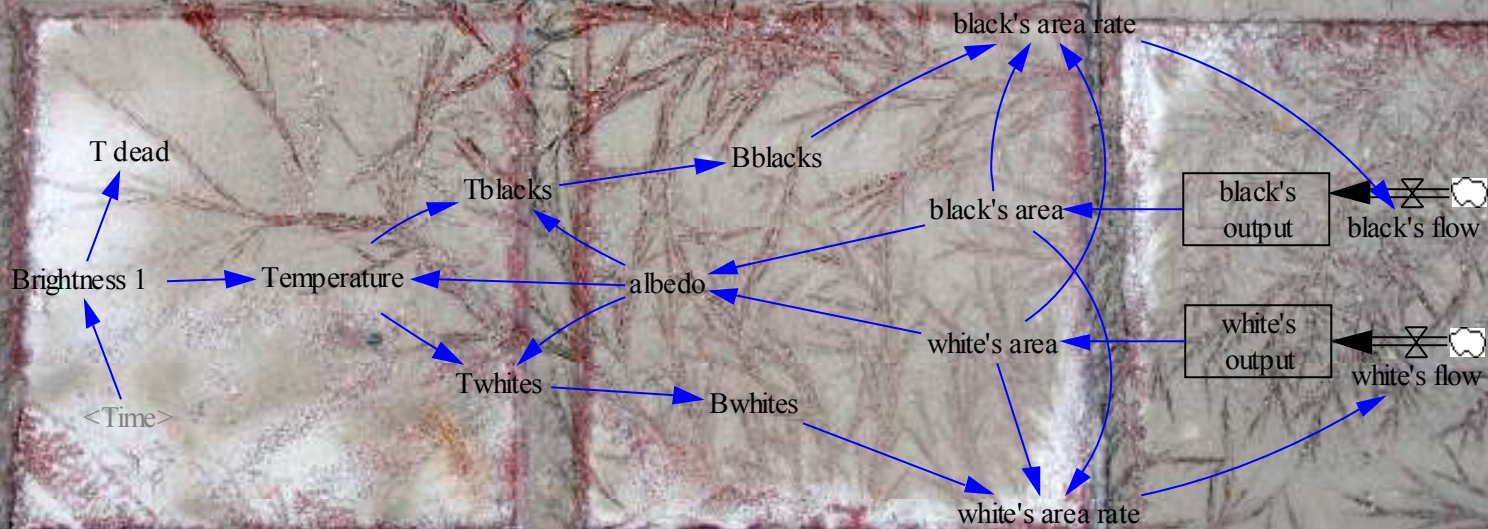
- o La regulación del planeta entero puede emerger de la competición entre margaritas

En definitiva (aunque algo más oscura que la hipótesis inicial), Lovelock sostiene que

Gaia es el sistema homeostático que emerge de la interacción entre la biota y la biosfera y cuyo resultado son estados que permiten la permanencia de la vida.

“El modelo Daisyworld demuestra que la autorregulación fisiológica puede ser una propiedad emergente del sistema Gaia”.

- James E. Lovelock -



2ª parte: Daisyworld

Lovelock respondió a algunas críticas a su hipótesis Gaia creando un modelo de ordenador que denominó Daisyworld.

Daisyworld es un planeta imaginario poblado por dos clases de margaritas, blancas y negras, de tal forma que las blancas tienden a enfriar el planeta al

aumentar la cantidad de luz del Sol reflejada y las negras lo contrario. El resultado, para ciertos parámetros, es que las poblaciones de margaritas se ajustan y la temperatura queda regulada en unos valores adecuados para las margaritas, a pesar de que la luminosidad del sol varía a lo largo del tiempo.

Esta regulación de la temperatura se considera una propiedad "gaiana" que surge de la dinámica de poblaciones y de la interacción de las margaritas con su entorno.

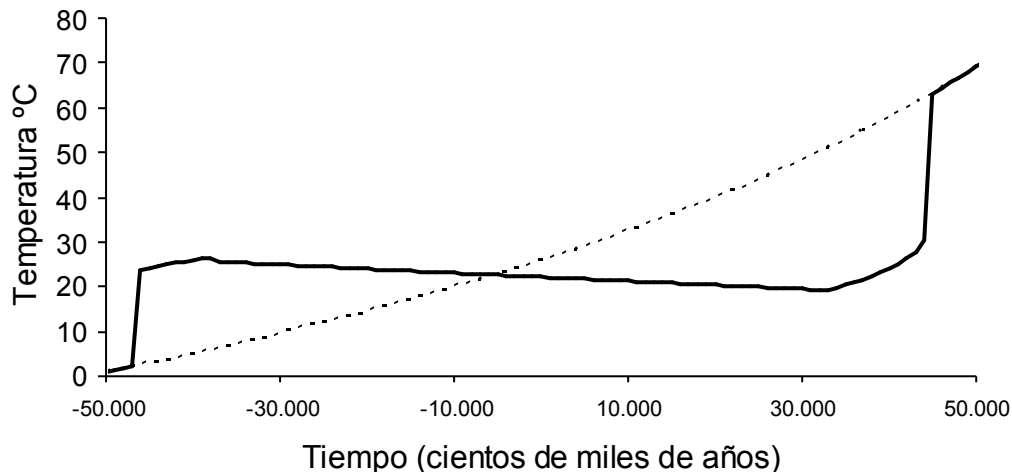


Figura 1. Vemos cómo la temperatura de Daisyworld queda regulada alrededor de los 22,5°C (línea continua) frente a la que habría experimentado sin la presencia de la vida (línea discontinua) por el aumento de la luminosidad del sol. Decimos que Daisyworld es homeostático para la temperatura.

Lovelock pretende que Daisyworld es compatible con el darwinismo (según él hay una especie de competencia y selección entre margaritas blancas y negras) y la regulación (homeostasis) surge sin que el planeta o las margaritas planeen conscientemente cómo conseguirla.

En realidad Daisyworld es tan simple que no tiene sentido hablar de compatibilidad con el darwinismo. Las margaritas no pueden evolucionar, no cambian, no se adaptan. Y no hay una verdadera selección natural pues ninguna clase de margarita está mejor adaptada que otra. Sencillamente la mayor parte del tiempo las margaritas conviven. En un momento dado, habrá una población de margaritas blancas y otra de negras, pero ninguna está mejor adaptada que la otra, pues si fuera así, según el darwinismo, ésta iría desplazando a la menos adaptada. Si no hubiera variación de la luminosidad del sol, no habría variación de las poblaciones de margaritas. Es decir, no hay competencia, ni selección natural.

Se ha intentado hacer a Daisyworld darwinista, haciendo que las margaritas puedan cambiar y adaptarse a la temperatura con ciertas restricciones (por ejemplo, no vale adaptarse a 100°C), dejando que entren en el sistema "tramposos" (margaritas grises que cobren alguna ventaja por mimetizarse con el entorno o por no tener que crear pigmentos blancos o negros) o incorporando algún tipo de competencia excluyente (la presencia de una margarita inhibe a la otra), etc. El resultado es que la regulación se sigue dando aunque de menor "calidad" si se mete una a una cada una de las características.

Curiosamente no parece que a ningún autor se le haya ocurrido tratar de hacer un modelo lo más completo y darwinista que se pueda, es decir, meter en Daisyworld varias de las características anteriores de forma simultánea.

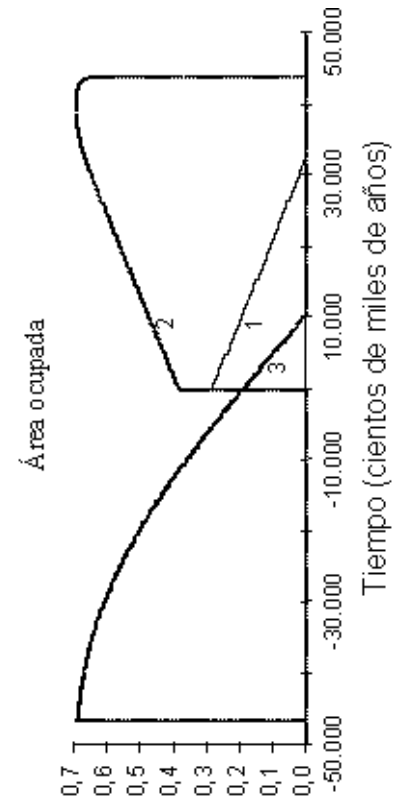


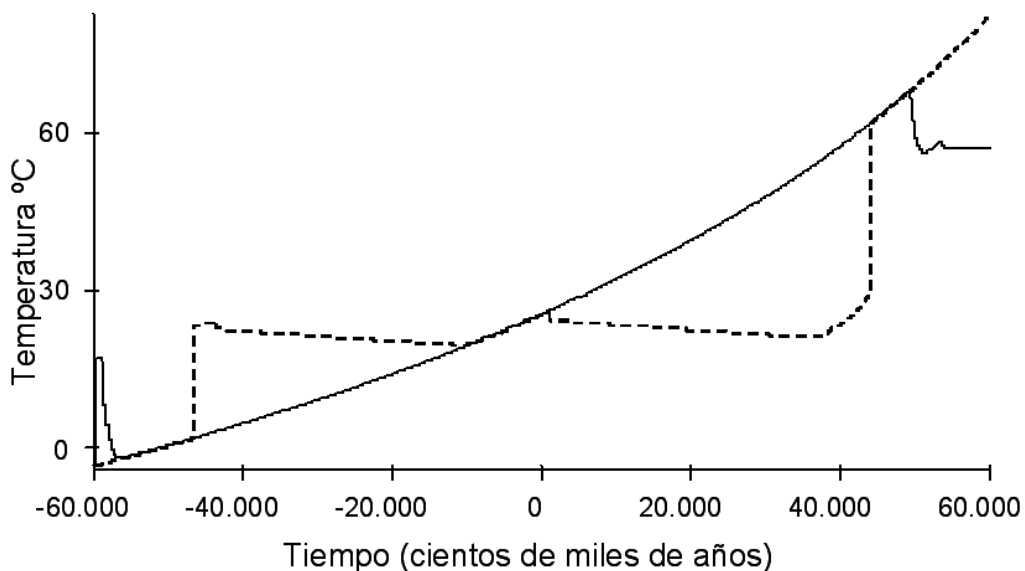
Figura 2. En este "experimento", la línea 3 representa el descenso del área ocupada por margaritas negras en un Daisyworld con sólo este tipo de margaritas. Las líneas 1 y 2 representan la evolución en el anterior Daisyworld si en el tiempo $t = 0$ aparece una nueva especie de margarita (blanca). De pronto explota el área ocupada por estas margaritas (2), pero lo más "curioso" es que las margaritas negras también resurgen y logran sobrevivir 2000 millones de años más que si hubieran estado solas (1). Es decir, "cooperación".

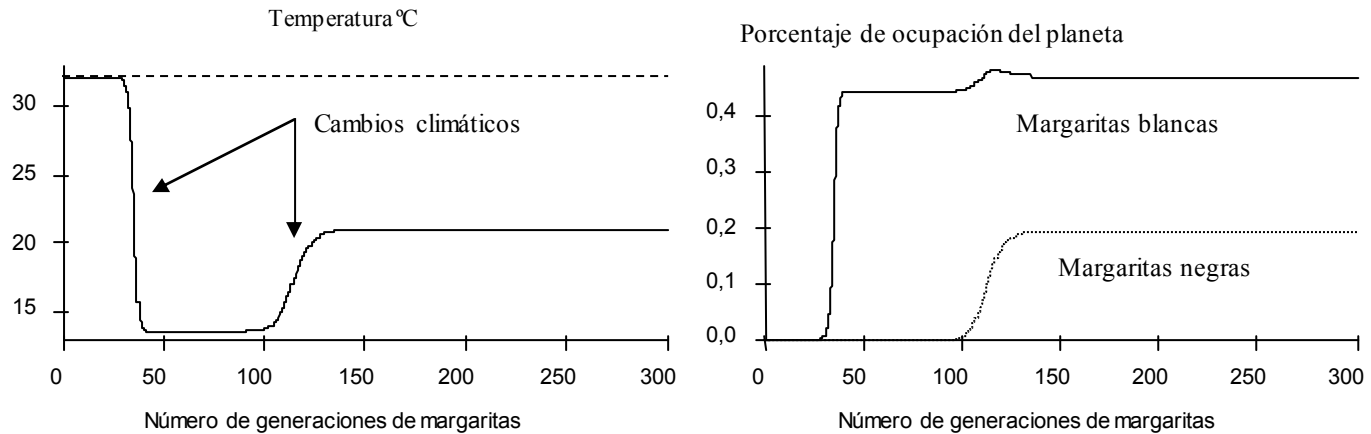
Teoría Gaia orgánica: una introducción

¿Cuál es el resultado global de los modelos Daisyworld con características darwinistas? Que cuantas más características se introduzcan menos capacidad de regulación de la temperatura se da, hasta el punto que pronto se destruye totalmente cualquier propiedad homeostática en Daisyworld. Sencillamente, el darwinismo no es compatible con un Daisyworld con propiedades gaianas. Si se utiliza Daisyworld como arquetipo de

Gaia, la conclusión es que Gaia y la selección natural no son compatibles.

Figura 3. Modelo original de Lovelock al que se le ha añadido una margarita tramposa gris (línea discontinua). El modelo anterior al que se le añade además del tramposo la posibilidad de adaptarse a las margaritas a la temperatura que sufren (línea continua). Vemos cómo el modelo original resiste bien la entrada de tramposos y salvo un tiempo relativamente corto se regula la temperatura (la curva discontinua es casi horizontal durante largos periodos de tiempo). Sin embargo, si las margaritas son adaptativas (otro requisito del darwinismo), la entrada de una margarita tramposa rompe las propiedades de regulación.





Figuras 4 y 5. Un nuevo "experimento" en Daisyworld lleno de enseñanzas:

En el tiempo cero, si no hubiera margaritas y el sol tuviera una luminosidad constante igual a la actual del nuestro, la temperatura en Daisyworld sería constante y superaría los 30 grados (línea discontinua de la figura de la izquierda)). Pero si sembramos en ese momento con semillas negras y blancas este mundo, observamos (figura derecha) un crecimiento explosivo de las margaritas blancas que antes de 50 generaciones

son capaces de crecer y ocupar más del 40% de la superficie del planeta. Esto genera un cambio climático extraordinariamente rápido, pues la temperatura baja a 13°C desde la generación de margaritas 40 hasta la 100. Sin embargo, a esta temperatura las margaritas negras empiezan a expandirse exponencialmente también, de tal forma que en unas pocas generaciones ocupan un 20% del planeta. Al crecer las negras, suben la temperatura provocando un nuevo cambio climático haciendo, junto con las blancas, que la temperatura final sea de 22,5°C, donde ambas especies

son "felices". Las blancas, gracias a las negras, aún ven incrementada ligeramente su presencia hasta casi ocupar el 50% de la superficie del planeta.

Palabras clave:
coordinación, cambio climático, regulación del clima, crecimiento exponencial, estabilidad de la población



3ª parte: Gaia es un organismo no darwinista

El descubrimiento más importante que ha hecho la ciencia a lo largo de su historia es simple: ¡el Universo evoluciona!

¿En qué sentido evoluciona?

Pues partiendo de una sopa más o menos informe de energía y materia, se han creado estructuras complejas como las galaxias, con estrellas y sistemas "solares", con planetas con estructuras tan hermosas y complejas como las bandas de la atmósfera de Júpiter, los volcanes de Ío (una de sus lunas) o la propia Tierra.

En un rincón de este Universo, al menos, ha evolucionado el ser más complejo que hoy conocemos: Gaia.

Esto es un hecho, una observación. El Universo se ha complicado, al menos

en algunos de sus puntos. Ha evolucionado.

Sin embargo, a pesar de ello, la ciencia apenas se ha embarcado en la empresa de buscar la ley o leyes que rigen esa evolución, esa tendencia a formar estructuras cada vez más complejas.

En la superficie de la Tierra, ha habido un proceso similar al del Universo. Se ha complicado en algunos de sus puntos. En cuanto a la vida, sabemos que procedemos de uno o unos pocos antepasados comunes, bacterias o quizá comunidades de bacterias y virus; seres muy sencillos si los comparamos con nuestro ombligo, pero muy muy complejos si los comparamos con una molécula de agua.

Debemos reflexionar sobre por qué la tendencia hacia lo complejo se ha casi ignorado desde Darwin en las ciencias biológicas. De hecho, tanto en cosmología como en biología se prefiere incluso negar algo que es tan obvio.

El darwinismo no puede explicar esa tendencia hacia organismos más

Teoría Gaia orgánica: una introducción

complejos, ni su persistencia. La evolución biológica no paró con las bacterias, ni con las células eucariotas (las que componen nuestros cuerpos), ni con los primeros organismos pluricelulares. Para todos es obvio que una célula de mi cerebro es más compleja, midamos como midamos la complejidad, que una bacteria. Y para todos es obvio que una medusa es menos compleja que una rana o una orquídea.

Por supuesto el darwinismo tampoco puede explicar la aparición del primer ente replicante (no había nada que seleccionar) y desde el Big-bang hasta ese primer reproductor está claro que hubo una evolución no biológica a-darwinista. Es decir, ha habido evolución sin darwinismo. Primera conclusión: el darwinismo no es toda la historia de la evolución en este universo, y por tanto deben existir leyes que rijan esa tendencia observada al incremento de la complejidad. Estas leyes serán comunes (por ser básicas) tanto a la evolución de las galaxias como a la evolución de las bacterias.

Y la evolución biológica tampoco se da sólo en lo que los biólogos denominan organismos. ¿Qué pasa con los ecosistemas? ¿Están evolucionando también? Recordemos que fueron considerados por los primeros ecólogos como organismos o super-organismos. ¿Qué es una colonia de abejas, hormigas o termitas? ¿No es la propia colonia una especie de organismo? Desde el darwinismo, ¿qué se seleccionaría, a las hormigas o a las colonias de hormigas? ¿No son las hormigas como células de la colonia? ¿No trabajan e incluso se sacrifican por el bien de la colonia? ¿Quién se reproduce, la hormiga obrera -estéril- o la colonia? ¿Quién, pues, evoluciona?

Por otro lado, tenemos la teoría Gaia.

La idea o hipótesis inicial de Lovelock, desde el punto de vista metafórico al menos, era ver a la Tierra, o mejor, a la zona de influencia de la vida sobre la Tierra, como si de un organismo vivo se tratase, capaz de regular sorprendentemente bien la

“Nada en biología tiene sentido excepto a la luz de la evolución”.

- Theodosius
Dobzhansky -

“La evolución es simplemente *toda* la historia”.

- Lynn Margulis -

composición de la atmósfera, los océanos y la litosfera. A ese ente lo llamó Gaia.

Pero Gaia no podía ser un producto de la teoría de Darwin, y como algunos científicos piensan que esta teoría es completa, pues formularon algunas críticas a Gaia, ya que ésta hacía intervenir a seres vivos.

Sin embargo, Lovelock se resistió desde el principio a subsumir a Gaia dentro de Darwin. Para él de hecho es una ampliación del darwinismo. Y lleva ya medio siglo tratando de hacer compatible su teoría con la de Darwin.

Sin conseguirlo.

El primer problema es que lo que hace Gaia es contrario a lo que se supone que hacen los organismos desde el darwinismo:

Los organismos se adaptan a su medio ambiente por medio de la competencia y la selección natural según Darwin. Pero Gaia lo que hace es adaptar el medio ambiente para sí misma (y para los organismos que habitan en la biosfera), con lo que son dos fuerzas diametralmente opuestas. Si

te adaptas no tienes que adaptar el medio. Si adaptas el medio (tecnología), ya no hay necesidad de adaptación por tu parte.

El resultado final va a ser que selección natural y Gaia no son compatibles (como fuerzas que operan en el mismo plano)

Ahora bien, la solución ante esta contradicción no es minimizar la teoría de Gaia, como se ha hecho, sino restringir la validez del darwinismo y con él el neodarwinismo. Además, hay que hacer a Gaia mucho más fuerte que lo que se ha atrevido a hacer de ella el mismo Lovelock (quien ha ido reculando poco a poco en estas últimas cinco décadas).

La intuición inicial de Gaia, como organismo, resulta ser la que a mi modo de ver mejor encaja con los hechos observacionales (del evolucionismo y de la ecología). Es decir, **Gaia es un organismo evolutivo** de pleno derecho, como lo puede ser una colmena o un termitero.

“La vida hace mucho más que adaptarse a la Tierra. Transforma la Tierra para sus propios fines”.

- James Lovelock -

“La selección natural elimina y quizás mantiene, pero no crea...”

- Lynn Margulis -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Y como tal organismo es un ser teleológico, es decir, que posee propósitos, objetivos, fines.

Igual que decimos que una cigüeña recoge ramas con un propósito muy claro (hacer un nido para criar), igual que decimos que la colmena fabrica jalea real con un propósito muy claro, e igual que identificamos propósitos en todos los seres vivos (conscientes de sus actos o no), lo mismo pasará con un ser como Gaia con todas las propiedades esenciales que identificamos con un ser vivo, con un organismo.



A través de las lentes de Gaia (I)

Estás cerca de la costa atlántica, en un valle rodeado de montes de eucalipto. Paradójicamente es en el entorno de las casas humanas donde se da la mayor biodiversidad: variedades exóticas de jardín, como los kiwis del otro hemisferio, al lado de ciruelos, cerezos y manzanos. Un chocho aislado y enorme, algún tejo-arbusto con formas de podadera, en las lindes castaños y robles y, ocasionalmente, algún nogal. Fuera de los límites que impone la huerta, aquí se ha impuesto el monocultivo de eucalipto. De lejos, los montes parecen verdes pero son de un verde artificial, como el amarillo del centeno o del trigo en tierras castellanas, pero depredando un suelo que aquí aún sigue, o seguía, siendo piel sana de Gaia, mi piel.

Aquí mi piel está poblada de pelos verdes que como una peluca están dispuestos en hileras; lejos pues de un cuero cabelludo sano.

Más arriba, a tu izquierda, una enorme cicatriz para tu escala deja al descubierto mi carne viva. Herida permanentemente abierta y creciendo donde bulldózers, excavadoras y ocasionales explosiones de dinamita rompen mi piel y carne para penetrar en mis huesos en busca de un tuétano que en esta ocasión es piedra y pizarra para que vosotros sigáis haciendo más casas sobre mi piel, ya maculada.



4ª parte: Teoría Gaia orgánica versus neodarwinismo

Ya hemos señalado la incompatibilidad entre la teoría de Darwin (y sus derivadas) con la teoría de Lovelock (y sus derivadas).

Algunos autores, viendo esta incompatibilidad, lo que han hecho ha sido limitar o debilitar la teoría Gaia. Tyler Volk es el mejor ejemplo quizás de los expertos en Gaia que han minimizado la teoría.

Para Volk, la vida se adapta al entorno que sufre en cada momento, si bien buena parte de ese entorno es consecuencia de los residuos que generamos los seres vivos. Es decir, vivimos de los desperdicios que los seres vivos generamos y simplemente nos adaptamos, a través de la selección natural, al ambiente que vamos

dejando tras de nosotros. Algunos parámetros gaianos, como tasas de reciclado del carbono, fósforo o nitrógeno, son indicadores de la elevada capacidad de adaptación de los seres vivos, que los hace supereficientes en la búsqueda de los recursos naturales, los cuales son utilizados una y otra vez en favor de la supervivencia. De ahí que los vivientes usen los residuos de un ser vivo como alimento.

La verdad es que si se quiere hacer compatible a Gaia con el darwinismo, no queda otro remedio que seguir a Volk minimizando las capacidades de Gaia.

Para él la regulación de la temperatura, de los gases de la atmósfera, etc., son puras casualidades ("regalos" lo llama).

El problema es que esto no es muy científico. En el fondo Volk minimiza a la "diosa Gaia" para ensalzar a otra: la "diosa Fortuna". Que es la menos

científica de las diosas griegas. En el fondo extraeríamos la consecuencia de que la biosfera es un ente único en el Universo. Que si la concentración de sales permanece constante en el mar durante millones de años es por casualidad, que si la concentración de oxígeno permanece entre el 15 y el 25% en la atmósfera durante cientos de millones de años es por casualidad. Que si un día esto cambia, los seres vivos se adaptarán como dicta la teoría neodarwinista.

Pero son tantas las "casualidades" que cualquier visión no pseudoreligiosa debería hacernos pensar que no, que no puede ser, que tiene que existir una razón científica detrás de todo esto.

- ¿Por qué después de una debacle como un gran cambio climático provocado por la caída de un meteorito, como el que extinguió a los dinosaurios y a más de la mitad de las especies hace 66 millones de años, se restituyeron los valores anteriores de homeostasis (temperatura, acidez de las aguas, salinidad del mar,

concentración de gases en la atmósfera), en vez de surgir seres vivos adaptados a las nuevas condiciones?

Desde el punto de vista de Gaia, la respuesta es muy sencilla: Gaia, aunque herida o enferma, se recuperó del accidente, igual que un organismo lo hace después de la enfermedad o el accidente. Desde el punto de vista del neodarwinismo la respuesta lógica habría sido el surgimiento de nuevas especies adaptadas al nuevo entorno. Pero las nuevas especies adaptadas y exitosas cambiaron poco a poco su propio nuevo entorno a través de sus desechos, de tal forma que ellas desaparecerían también reemplazadas por nuevas especies que finalmente terminaron generando un entorno muy parecido al que había antes del meteorito! ¿Intervino la diosa Fortuna para que los seres vivos que se iban adaptando al cambio provocado por el meteorito generaran mediante sus "desechos" un entorno similar al anterior? ¿Se podría comprobar esto?

"Una explicación más sencilla es que están operando unas pocas realimentaciones críticas por pura suerte para estabilizar el medio ambiente (Gaia afortunada)".

- Andrew J. Watson -

"Gaia es la vida en un mundo-vertedero creado por sus propios residuos".

- Tyler Volk -

"La vida es una unión simbiótica y cooperativa..."

- Lynn Margulis -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

- ¿Por qué la evolución de las condiciones biofísicas sobre la Tierra han sido las adecuadas para que surjan formas cada vez más complejas? ¿También por casualidad?

Porque la realidad es que la temperatura y muchos otros parámetros han cambiado lentamente, en miles de millones de años, permitiendo el desarrollo de formas tan complejas como un termitero, un gorrión o un bosque tropical. En las condiciones de hace 3500 millones de años no sólo no existirían estas formas que hoy vemos, es que no existirían formas tan complejas, tuvieran la forma que tuvieran. ¿Por qué? Por que a 65°C en vez de a 15°C, las proteínas no son tan estables. Las membranas celulares de todos los seres vivos necesitan muchos más mecanismos de reparación (y de consumo de energía) a esa temperatura que a la de 15°C, con lo cual los seres vivos tendrían que gastar una energía extra dificultando su propia evolución hacia la complejidad. Lo mismo pasa si los medios acuáticos

(mares, lagos y ríos) fueran muy ácidos o muy básicos (y no prácticamente neutros como ahora): la vida podría adaptarse, pero a costa de habilitar muchos mecanismos de defensa consumidores de energía y recursos.

Por supuesto, hay seres vivos en medios ambientes extremos (muy ácidos, muy salados, muy calientes, muy secos...) pero la biodiversidad de estos ambientes es muy inferior a la que existe en medios más "suaves". ¿Por qué? La física tiene la respuesta (no el neodarwinismo que aspira a una capacidad de adaptación a lo que sea): se necesita mucha energía para los mecanismos de protección. Y aunque encontremos flamencos complejos en lagos hipersalados, estos se han adaptado a ese ambiente sí, pero no han evolucionado allí (no han surgido evolutivamente de especies que ya vivían en esos ambientes).

Es decir, Gaia ha ido evolucionando controlando y generando un ambiente que la favorece, en el cual los seres vivos que la componen son capaces de medrar, evolucionar más rápido y aumentar su propia diversidad.

“La vida, toda la vida, se halla al servicio de la propia vida”.

- Frank Herbert
("Dune", 1965) -

Es mejor tratar de explicar el cómo que pensar que han sido mil casualidades. Al menos lo es desde el punto de vista científico.

Pero es que, además, **la complejidad en la Tierra no ha aumentado simplemente de forma lineal.**

Se necesitó mucho más tiempo y generaciones de bacterias para formar la primera célula eucariota que el tiempo y las generaciones de eucariotas que permitieron formar el primer organismo pluricelular, y desde el primer organismo pluricelular se necesitó aún menos tiempo y generaciones para formar el primer termitero. La complejidad se acelera en vez de ralentizarse como sería de esperar de sucesos aleatorios y cada vez menor número de "ensayos" (mayor tiempo entre generaciones, una bacteria se multiplica cada media hora, un mamífero necesita semanas o incluso años). ¿Todo esto es, una vez más, casualidad?

El neodarwinismo no sólo explica mal el aumento de la complejidad, es que

se puede demostrar matemáticamente que un crecimiento en la complejidad que se acelera es incompatible con que la innovación que se necesita venga de la mano de cambios fortuitos (las famosas mutaciones sin sentido adaptativo del neodarwinismo) más la selección natural. Lo que deberíamos esperar según el neodarwinismo es que hubiera un aumento de la complejidad sí, pero cada vez a una tasa más lenta, justo lo opuesto a lo que observamos. De nuevo, la explicación debería recurrir a la diosa Fortuna, y esta vez actuando constantemente en la misma dirección. Es como si después de haber sacado un seis repetidas veces en un dado durante muchos años, seguimos jugando y seguimos sacando un seis, y así durante miles de veces.

En fin, que a cualquiera se le ocurre que más que un milagro es que el dado tiene las seis caras con el número seis (la hipótesis científica comprobable).

"La vida no conquistó este planeta combatiendo sino trabajando en red".

- Lynn Margulis -

Desde los primeros seres vivos que se empezaron a replicar hasta los termiteros, los guepardos, los bosques tropicales y la misma Gaia, todo ha sido una historia que sigue una clara tendencia al aumento de la complejidad de forma acelerada. Y a la aparición de entidades orgánicas ordenadas jerárquicamente: bacterias, eucariotas, seres pluricelulares, hormigueros, ecosistemas, Gaia. Todas ellas con las propiedades de un organismo vivo.

Estos hechos evolutivos hay que intentar explicarlos desde una teoría científica. Y el neodarwinismo se ha demostrado contradictorio con ellos.



A través de las lentes de Gaia (II)

Si sigues el perfil más alto del monte verás una hilera de docenas de molinos eólicos que pinchan mi piel ya castigada de mil maneras. Esta vez como si de agujas de acupuntura se tratasen, pero en vez de buscar los puntos energéticos que sanen un cuerpo herido, toman una pequeña parte de la energía que yo estoy usando. Aún son pocos, pero si cubris mi piel con agujas ¿por dónde vendrá el dolor esta vez?

He visto cómo en un amanecer claro y despejado un solo molino de viento giraba perezosamente captando una escasa brisa que aun así ayudaba a despejar la bruma de la mañana. Detrás de él, la bruma se mantenía y persistió hasta que sus aspas pararon. El viento no lo ves, parece pues una energía gratis que no me afecta, pero no es así. ¿Cómo iba a ser así? En alas del viento se mueven mis aves y polen; el día que reivindicáis una buena parte de su fuerza ¿hasta dónde llegará su vuelo? ¿Cambiarán sus rutas habituales? Porque un molino es una resistencia, y el viento, como la corriente eléctrica, inteligentemente se moverá por el camino de menor oposición. Si pones mucha resistencia, yo cambiaré las rutas haciendo que tengáis que rediseñar la rosa de los vientos.

El viento no sólo transporta las nubes que traen la lluvia. El viento también entra a formar parte de su formación.

Las gotas de agua para hacerse tales necesitan una semilla que aporte yo, en forma de polen de abeto, de mota de polvo del Sahara o de bacteria o virus omnipresentes. Esos virus que veis como enemigos vuestros con una cabeza casi esférica, ideal, creéis, para almacenar ADN. ¿Apostáis a que la forma y composición de muchos virus es la adecuada para formar gotas de agua a su alrededor?

Las gotas se forman también gracias al sulfuro de dimetilo fabricado por mis algas, y de terpenos fabricados por mis árboles.

Todos esos terpenos, virus, polen y demás los disperso con el viento.



5ª parte: Gaia y la entropía

Se preguntará el lector qué tiene que ver la entropía (eso de que el desorden aumenta) con Gaia o con la evolución, o con la vida.

De hecho, ¿no parece contradictoria la ley de la entropía con la presencia de seres vivos que son altamente ordenados?

Pues no. No sólo hay contradicción sino que veremos cómo las leyes de la termodinámica favorecen a Gaia.

Definamos la segunda ley de forma intuitiva pero perfectamente válida desde el punto de vista físico.

Definición de entropía: es el grado en el que un sistema ha compartido o difundido su energía entre sus partes.

Segunda ley de la termodinámica, **ley de la entropía**: en el universo la entropía tiende a aumentar. Es decir, **hay una tendencia natural a difundir y**

compartir la energía dentro del Universo. Con una expresión antropocéntrica: *el Universo se ama a sí mismo*, de tal forma que sus partes tienden a repartir equitativamente con las demás lo más preciado que tienen: la energía.

Así, un sistema tendrá baja entropía si le queda energía que puede compartir y difundir con el resto del mundo. Tendrá alta entropía si ya ha compartido buena parte de su energía.

Pongamos un ejemplo visual, imaginemos al coyote corriendo detrás del correcaminos. Como sabemos, el coyote termina siempre flotando en el aire unos instantes en lo alto de un barranco. Fijémonos que en ese momento tiene una energía potencial gravitatoria y que está cumpliendo con la primera ley de la termodinámica: conserva su energía. Pero no está cumpliendo con la segunda ley: tiene mucha energía disponible que puede compartir con el fondo del barranco y con el aire, así que es inevitable que caiga en picado. Al hacerlo la energía potencial gravitatoria se transforma en

energía cinética y durante todo el trayecto en energía calorífica (rozamiento con el aire y al final calentamiento del suelo y de su cuerpo en el choque). Con ello ha difundido y compartido su energía con el resto del universo. Ha cumplido la segunda ley.

Hay sistemas que no pueden momentáneamente aumentar su entropía porque algo se lo impide (el coyote antes de asomarse al barranco o un vaso de cristal sobre la mesa). Y hay sub-sistemas que incluso pueden disminuir temporalmente su entropía, por ejemplo, la formación de un cristal de sal común cuando se evapora el agua en la que estaban disueltos sus iones de cloro y sodio. La entropía del cristal ha disminuido (ha quedado almacenada una energía en sus enlaces químicos). ¿Qué pasa con la segunda ley? Nada, se sigue cumpliendo, porque el agua al evaporarse se ha llevado con creces la entropía que le falta al cristal. El sistema global, agua más cloro y sodio, comparte y difunde más la energía una vez evaporada el agua y formado el cristal que antes de hacerlo. Es más, la formación del cristal se favorece

precisamente porque así se comparte y difunde más la energía.

¡Lo mismo pasa con los seres vivos! Todos almacenan una energía en sus enlaces químicos que temporalmente no comparten. Pero en el resto de sus intercambios energéticos están haciendo que la entropía del universo que los contiene aumente y lo haga de forma que compense la disminución de la entropía en sus cuerpos.

Podríamos pensar: sí, pero, ¿por qué no mueren rápidamente los seres vivos? Por ejemplo, ¿por qué no se autoinmolan sistemáticamente los árboles quemándose? De esa forma aumentaría la entropía también.

Pues porque parece que existe algo más: resulta que la naturaleza no cumple la segunda ley de cualquier modo, sino que tiende a hacerlo de la forma más rápida posible. Es como si aborreciera los gradientes (saltos energéticos como el del coyote) o tratara de **difundir la energía y compartirla de la forma más rápida posible**. Si hay dos caminos para reducir el gradiente o compartir la

“¿Por qué no lo llamas entropía? (...) Nadie sabe realmente lo que es la entropía, así que ante cualquier debate estarás siempre en una posición ventajosa”.

- John von Neumann -

“El orden no es una propiedad de las cosas materiales en sí mismas, sino sólo una relación para la mente que lo percibe”.

- James C. Maxwell -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

energía, la naturaleza escoge el más rápido.

Ejemplos: el coyote cae en picado, no planea suavemente para llegar al fondo del barranco. La gota de agua que cae sobre la montaña y busca el mar va por el camino de máxima pendiente, por el más rápido a escala local y que se le permite. **La pelota que desciende por una cuesta no zigzaguea.**

¿El cristal de sal al formarse favorece la evaporación del agua y con ello aumenta más rápido la entropía?

Sí.

Es decir, estamos ante el preliminar de lo que podría ser una nueva ley de la termodinámica, la cuarta ley (la tercera es la de que no podemos bajar a 0° Kelvin o -273,16° Celsius):

Cuarta ley (preliminar): **si existen varios caminos de aumentar la entropía se favorecerá el más rápido.** De nuevo expresado antropocéntricamente: **El Universo se ama y lo hace apasionadamente.** Todo lo rápido que puede se reparte la energía.

Y ésta es una ley estupenda para la vida. Resulta que un sistema complejo tiende a aumentar la diversidad de caminos posibles para incrementar la entropía. Al aumentar el número de caminos posibles estadísticamente es más probable que aparezcan caminos en los que cumplir la cuarta ley. Es decir, **la complejidad, una vez establecida, sería estable porque tiende a hacer que el sistema que la contiene aumente la entropía más rápidamente.**

Y la vida es por definición compleja. Así que podemos comprobarlo: ¿un sistema con un organismo aumenta su entropía más que el mismo sistema sin él? Respuesta: en principio sí. El problema es que los seres vivos son tan complejos que tienden a complicar también el sistema en el que se encuentran, a modificarlo tanto que la comparación no resulta tan sencilla.

“La segunda ley, lejos de ser el certificado de defunción de los seres vivos, es la garantía de su creciente orden y diferenciación”.

- Ramón Margalef -

“Cuarta ley: la naturaleza aborrece los gradientes”.

- Rob Sheldon -

¿Debemos imaginar un sistema lo suficientemente global para poder hacer la comparación? Más o menos. Podemos imaginar cómo sería la Tierra sin vida y comparar la generación de entropía que genera con la Tierra con vida (es decir, con Gaia). ¿Es la Tierra con Gaia no sólo más compleja sino que aumenta más rápidamente así la entropía del Universo?

¡La respuesta es sí!

Es decir, **que las leyes de la termodinámica están favoreciendo la estabilidad de los sistemas complejos.** Su sostenibilidad. El desarrollo de **Gaia es sostenible porque evoluciona hacia un sistema que se mantiene complejo. Será cada vez más estable si evoluciona hacia un sistema cada vez más complejo.**

Por tanto: la vida no es una casualidad en el Universo, sino que muy probablemente resulta bastante común (es cierto que requiere ciertas condiciones, como el cristal de sal necesita agua en evaporación para

formarse), pero una vez formada la vida, las leyes de la física la favorecen, y lo que es muy importante, ¡favorecen que la vida aumente su complejidad! Es decir, que lo que no es capaz de explicar el darwinismo, el porqué de la tendencia (a pesar de catástrofes externas a Gaia) a la aparición de especies cada vez más complejas y a su persistencia, para ello tenemos una explicación parcial de la mano de las leyes físicas: los organismos complejos son estables porque favorecen el cumplimiento de las leyes de la termodinámica.

No estoy diciendo que estas leyes sean suficientes para explicar la evolución de las especies y de Gaia, pues no explican cómo aparecen los organismos complejos o los sistemas complejos: explican su permanencia, su estabilidad. En cambio el neodarwinismo no sólo no lo puede explicar, sino que las fuerzas que pretende que están implicadas son opuestas a las leyes que acabamos de explicar. Las interacciones entre seres son competitivas, la selección natural es una fuerza simplificadora (y, en todo

Teoría Gaia orgánica: una introducción

caso, conservadora), pero nunca creativa de la complejidad. Cuando dos seres compiten por los recursos al modo de Darwin y del neodarwinismo, la entropía no sólo no aumenta más rápidamente, sino que tenderá a hacerlo al revés, más lentamente. Precisamente porque tiende a reducir la complejidad del sistema. Sólo la coordinación o la cooperación y no la competencia son fuerzas que permiten integrar un sistema. Cuando una célula eucariota surgió como interacción entre procariotas, la interacción no pudo ser competitiva, sino necesariamente coordinada. Cuando surge un gorrión como interacción entre sus células y órganos, a nadie se le ocurre pensar que su corazón compite con el cerebro y así es seleccionado, o una célula epitelial es seleccionada frente a otra porque su adaptación es mejor y se reproduce más. Los sistemas complejos son seleccionados una vez formados no por la selección natural de Darwin sino porque con ello se cumplen las leyes de la termodinámica. Y cumplen mejor con la "cuarta ley".

A través de las lentes de Gaia (III)

¿Sabes que en un bosque lluvioso una buena parte de lo que llueve lo hace por la transpiración de sus plantas? El viento hace que de vez en cuando brille el Sol, también necesario. Sin el viento la bruma sería permanente, el aire estaría saturado de vapor y mis plantas transpirarían a menor ritmo. Y el ritmo de transpiración es la energía fundamental y mayor que usan las plantas terrestres y por tanto que mueve los ecosistemas. No, no es la fotosíntesis, es la evapo-transpiración. La fotosíntesis es como el aporte de proteínas necesario para tu cuerpo, la transpiración son los hidratos de carbono y las grasas, pues por cada julio de energía que una planta ha utilizado del Sol por mi sutil y complejo mecanismo de la fotosíntesis, cien julios de ese mismo Sol los ha utilizado la planta con su bomba de aspiración, evaporando agua en sus hojas y ramas; agua que fue antes absorbida por sus raíces. No te puedes imaginar el aumento de entropía que se produce así. Mucho, mucho mayor que el que los humanos generáis en el momento en que quemáis las bolsas de petróleo, gas y carbón que yo pacientemente almacené para controlar el clima. Así que tú capta el viento y reducirás mi evapotranspiración. Capta un julio así y a mí me quitarás más de diez. Diez julios menos que podré compartir con el resto del universo.

En el sistema Tierra, siempre que sea posible, se formará una jerarquía de niveles de organización de la célula al organismo y de éste a los ecosistemas y a Gaia. **Es inevitable que exista una tendencia hacia la formación de Gaia como un organismo altamente complejo e integrado, sencillamente porque cada paso hacia esa integración y complejidad hace que la Tierra comparta y difunda más rápidamente con el Universo la energía que le viene del Sol.** Y si vemos a Gaia como un organismo, de nuevo, la interacción entre sus componentes no será competitiva, ni existirá selección natural al modo neodarwinista: no puede hacerlo, porque ningún organismo y ser altamente complejo lo hace dentro de sí. Así pues, la interacción será coordinada. Los organismos vivos se coordinan como lo hacen las células del organismo de la lectora. Y esta coordinación es automáticamente seleccionada cada vez que lleva a un crecimiento de la entropía (al menos a largo plazo) porque así se cumple mejor la ley que establece que la energía del universo se difunde más rápido.

En mi opinión, si vemos a Gaia como un organismo, éste es capaz de modificar tanto el sistema (la superficie de la Tierra) que incluso resulta difícil comparar el sistema con y sin Gaia. Un organismo es un ser propositivo (con finalidades que le pertenecen aunque éstas sean inconscientes). Gaia regula la temperatura, la salinidad de los océanos, su acidez, etc., con propósito, aunque éste sea inconsciente. Esto nos resultará extraño... hasta que pensemos por ejemplo que la colmena de abejas regula bastante bien la temperatura interna sin ser consciente de lo que hace, pero con un claro propósito (o varios, como puede ser mantener la cera sólida y la miel líquida, ayudar a la supervivencia de sus abejas que así no están sometidas a los rigores del invierno, etc.). Cuando una golondrina construye su nido, es obvio que lo hace con un propósito claro, sea o no éste consciente. Todo organismo tiene propósitos. Todo organismo favorece la creación de entropía y además de una forma más rápida. El sistema Tierra tenderá, si las condiciones son apropiadas, a formar

Teoría Gaia orgánica: una introducción

un macro-organismo. Si a este organismo lo llamamos Gaia, Gaia tiene que tener propósitos.

Ahora bien, al igual que mis células y órganos tienen sus propios propósitos pero sometidos a los propósitos del organismo en el que se encuentran (yo), hasta el punto de que muchas células mueren a diario para mantener el organismo en óptimas condiciones, debemos extrapolar lo mismo para Gaia. **Los órganos y células de Gaia, sus partes en interacción, tendrán propósitos propios, pero sometidos a los propósitos y dictados de la propia Gaia.** Es Gaia, y no la selección natural darwinista, la que selecciona en cada momento de Gaia qué células mueren y cuáles se reproducen. Si no lo hiciera así, no podría haber la integración suficiente como para formar un organismo.

Por supuesto esto tiene implicaciones para el ser humano y para nuestro concepto de *desarrollo sostenible* y el de la propia Gaia.

A través de las lentes de Gaia (IV)

Es típico de ti querer actuar a lo grande sin querer ver que lo haces dentro de un organismo que te contiene. Pon mil agujas en tu piel y ese día no te moverás.

Bastaría captar un porcentaje apreciable de esos vientos 'técnicamente' aprovechables por los soñadores de la energía que decís renovable para modificar mi ciclo hidrológico y el clima de la Tierra que compartimos. Una vez más: rebaja un 80, quizás un 95% tus pretensiones tecnológicas y quizás tu parasitismo energético pueda ser sobrellevado por mí y, ya sabes, entonces también por ti.

Maldecís las energías fósiles y nucleares por los efectos perjudiciales que os causan, a vosotros y a mí. Teníais que haber pensado que yo no iba a despreciar una energía almacenándola en mis entrañas. No soy tan tonta como vosotros.

Pero las energías 'verdes' no os servirán tampoco si no sois capaces de autolimitaros. Esas energías que queréis utilizar son las mismas que utilizo yo, y como no me comprendéis ni respetáis, resulta que se os pondrán en contra también, porque esa energía es la que empleo para regular el clima y para mover el ciclo hidrológico y los ciclos de mis materiales; mi circulación sanguínea, mi respiración, mi homeostasis, todas mis funciones requieren energía que yo quiero compartir con el resto del universo. Vosotros habréis de conformaros con un magro trozo del pastel si es que queréis perdurar.



6ª parte: Complejidad

Hemos dicho repetidas veces que el Universo evoluciona o se va transformando en algunas de sus partes en formas cada vez más complejas.

La historia de la vida en nuestro planeta es una historia de evolución, de transformaciones y de saltos en complejidad. En la Tierra comenzamos con bacterias y aunque seguimos con ellas, una parte de esas bacterias se transformó en organismos unicelulares complejos cuando consiguieron, a través de la simbiosis, juntarse para siempre. Estas células poseedoras de núcleo con membrana (eucariotas) siguen aún con nosotros, pero algunas de ellas consiguieron, de nuevo mediante simbiosis, cooperar en tan alto grado que se transformaron en organismos pluricelulares.

Tal es el éxito de la evolución a través de la simbiosis que la pluricelularidad la ha inventado la vida de forma independiente en más de una docena de ocasiones a lo largo de su historia. El paso a la socialización, en insectos o en mamíferos por ejemplo, se ha inventado también de forma independiente varias veces. Así pues, lo que observamos es un aumento de la complejidad.

Si consideramos que la inteligencia humana es algo verdaderamente complejo e interesante, entonces, sin duda, la vida lo inventará muchas otras veces: no sólo la vida no es un milagro, tampoco lo es el amor y la autoconciencia humanas.

¿Existe una tendencia hacia el aumento de la complejidad? La respuesta es obvia: sí. La clave de la cuestión es ¿por qué existe esa tendencia? ¿Cuál es la explicación, "el mecanismo", de esa tendencia?

Para la teoría que defendemos en estas páginas, las leyes de la entropía

permiten una estabilidad de lo complejo. Dijimos que es una propiedad necesaria pero no suficiente.

Lo que afirmamos es que, además, requerimos de otra propiedad derivada de las características particulares de Gaia y sus vivientes. De la propia vida.

Los organismos no son sujetos pasivos ante las fuerzas externas del medio ambiente, sino pro-activos. Ante un problema un organismo tenderá a transformarse para que él y/o su descendencia (recordemos que no trabaja sólo para él mismo) tengan oportunidades de resolverlo.

La capacidad de transformación y evolución será de alguna manera proporcional a la propia complejidad del sistema u organismo implicado. Esperamos que los organismos más complejos hayan habilitado mecanismos más complejos capaces de adaptar su entorno –transformar el problema- o de adaptarse él al nuevo entorno –transformarse a sí mismos-. Aunque no es la escala adecuada la

del organismo común, (la adecuada es la planetaria o de Gaia), nuestra teoría acepta en principio una visión neolamarckista. Los genes serían modificados no aleatoriamente sino con un propósito que serviría al organismo, o mejor a la especie (en realidad a Gaia).

En este proceso de transformación habría pues una tendencia natural hacia la complejidad que matemáticamente respondería, al menos en sus etapas iniciales, a una función exponencial. Si definimos la complejidad de un viviente por la característica C, esta característica hemos dicho que tenderá a variar con el tiempo en proporción a la propia complejidad. Esta frase es la que (traducida al lenguaje de las matemáticas) lleva a la función exponencial.

Sin embargo, aunque el comportamiento exponencial se observa comúnmente en la naturaleza, con el suficiente paso del tiempo, siempre existe un factor limitante, de tal forma que se 'limita' el crecimiento

“Las cosas complejas y estadísticamente improbables son por naturaleza más difíciles de explicar que las cosas simples y estadísticamente probables”.

- Richard Dawkins -

“Somos gloriosos accidentes de un proceso impredecible sin dirección hacia la complejidad”.

- Stephen J. Gould -

exponencial de la variable implicada, dando finalmente lugar a una función matemática llamada sigmoideal (o logística). La figura 5 del capítulo de Daisyworld refleja muy bien lo que decimos. Si nos fijamos en el crecimiento de las margaritas éstas crecen aparentemente de forma lenta al principio para luego 'explotar' y más adelante estabilizarse. Algo así sería el crecimiento predicho por nuestra teoría para la evolución de la complejidad de los organismos vivos. Sin embargo, si reflexionamos un poco más sobre nuestras dos hipótesis:

1. **Estabilidad de la complejidad por las leyes de la termodinámica**
2. **Búsqueda activa de la 'superación' por simbiosis**

Entonces nos damos cuenta de que los organismos pueden superar el estancamiento en la complejidad (debido a la existencia de factores limitantes) si cambian la "vara de medida" de la complejidad.

Por ejemplo, la evolución de un organismo pluricelular y su 'complejidad' podríamos tratar de medirla de forma sencilla y aproximada a partir del recuento del número de tipos celulares distintos que lo forman – células neuronales, epiteliales, sexuales, musculares... -. Así, definiríamos C como el nº de tipos celulares del organismo. Y predeciríamos que el número de tipos celulares de los organismos más complejos ha seguido un comportamiento sigmoideal a lo largo de la historia de la vida sobre la Tierra. Al comienzo un crecimiento exponencial para llegar finalmente a una aproximación a un límite.

Nuestra teoría abriría aquí la posibilidad no sólo de buscar si la realidad ha seguido o no esta predicción, sino que nos preguntaríamos cuáles son las restricciones físicas, químicas o fisiológicas que limitarían el crecimiento de C.

Pero por otro lado, aunque el número de tipos celulares tenga un máximo, la complejidad de la vida no tiene por qué estancarse, los vivientes son

capaces de superar la restricción mediante el aumento del nivel jerárquico, es decir, en vez de buscar nuevas simbiosis entre tipos celulares distintos. Se buscarían simbiosis entre los organismos pluricelulares ya constituidos; por ejemplo, si el organismo es una termita, organizándose para formar un organismo 'superior' que sería el nido de termitas o termitero. Así, la nueva variable que mediría la complejidad ya no sería el número de tipos celulares distintos en la termita, sino quizás el número de castas de termitas o de organismos implicados en la formación del termitero. Si nos fijamos, la diversidad –ya sea de tipos celulares o de tipos de organismos– sería una primera propuesta de medida de complejidad. Pero lo importante es que la termita supera su límite de complejidad transformándose en termitero.

Y como el superorganismo así compuesto es más complejo, entonces la evolución –a saltos– en Gaia y en el Universo seguiría una función exponencial sin límites, al menos, sin

límites apreciables hasta que el sistema bajo estudio sea tan grande como el planeta o el universo mismo, según de quién hablemos.

Frente a estas ideas ¿qué propone el neodarwinismo para explicar el porqué de la tendencia a la complejidad? La verdad es que no hay explicaciones muy concretas. Stephen Jay Gould propuso una analogía visual para enfrentar el problema: *el andar de un borracho*. No hay ninguna otra idea por parte de evolucionistas neodarwinistas tan concreta y popularizada como la de Gould, así que vamos a estudiarla.

Imagínese que un borracho está apoyado en la pared de una calle y que decide ponerse a andar. Dado su estado le veremos caminar erráticamente, de forma aleatoria. Supongamos que la separación a la pared en la que inicialmente se apoya es una medida de la complejidad de las especies en su evolución. La pared supone una complejidad mínima –la bacteria más simple–. Para Gould, es obvio que en algún momento dado, el borracho estará en algún punto entre

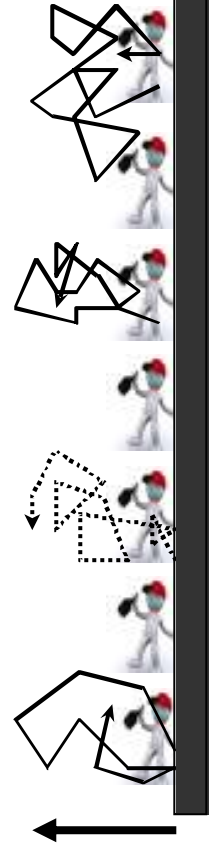


Figura 6. Un grupo de borrachos se encuentran inicialmente apoyados en una pared (complejidad mínima). Algunos de ellos se ponen a andar siguiendo las trayectorias de las flechas. Al cabo de un minuto habrá un borracho (flecha discontinua) más alejado de la pared que los demás. Medimos la distancia a la pared de ese borracho.

Teoría Gaia orgánica: una introducción

la pared y la calle; es lógico que encontremos una 'tendencia' hacia la complejidad porque ésta es la única vía libre. Lo importante para Gould es que la complejidad que observamos es fruto de la aleatoriedad.

Otros autores neodarwinistas comentaron que si hablamos de un borracho concreto –una línea evolutiva concreta- tendríamos además un límite en la complejidad que representaríamos por la pared del otro lado de la calle.

En realidad, para que la analogía la podamos traducir al lenguaje matemático, deberíamos contemplar el comportamiento de muchos borrachos, todos comenzando en una pared.

Imaginemos pues que cada minuto hacemos una foto aérea de la calle y medimos la distancia a la pared de los borrachos, pero nos fijaremos especialmente en el borracho más alejado de la pared y anotaremos su distancia, su complejidad. Si el movimiento de cada borracho es

errático ¿podemos predecir la distancia del borracho más complejo? Estadísticamente, sí. En realidad este comportamiento se conoce como *proceso difusivo* y la ecuación que describe la distancia del borracho más alejado en función del tiempo es la raíz cuadrada del tiempo. Es decir, la complejidad sería proporcional a la raíz cuadrada del tiempo; siempre en aumento continuo, pero al ser la raíz cuadrada más lenta que el propio tiempo veríamos un avance más lento que una línea recta. Si tenemos en cuenta que puede existir la otra pared (el factor limitante), entonces el comportamiento final sería aún más lento que la raíz cuadrada.

Por tanto este modelo neodarwinista sencillo predice un comportamiento diferente a nuestra teoría.

En realidad, las cosas son más complejas, claro. Por ejemplo, quizás los borrachos más alejados de la pared inicial tiendan a sobrevivir mejor que los menos complejos, con lo que la evolución hacia la otra pared iría algo más rápida. Pero Gould argumentaba

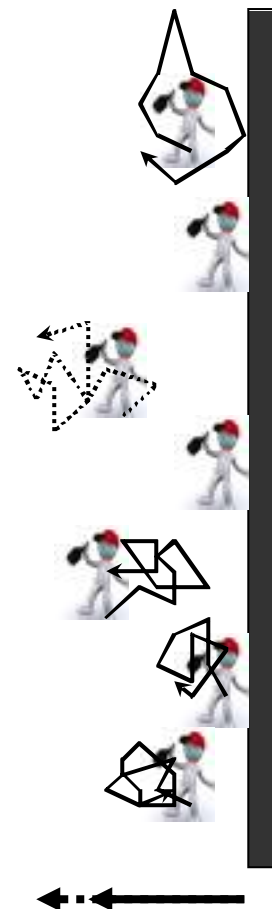


Figura 7. El grupo de borrachos sigue andando y un minuto después observamos unas nuevas trayectorias. En el segundo minuto habrá un borracho (flecha discontinua) más alejado de la pared que los demás. Medimos la distancia a la pared de este borracho. La complejidad ha vuelto a aumentar, pero menos que en el primer minuto.

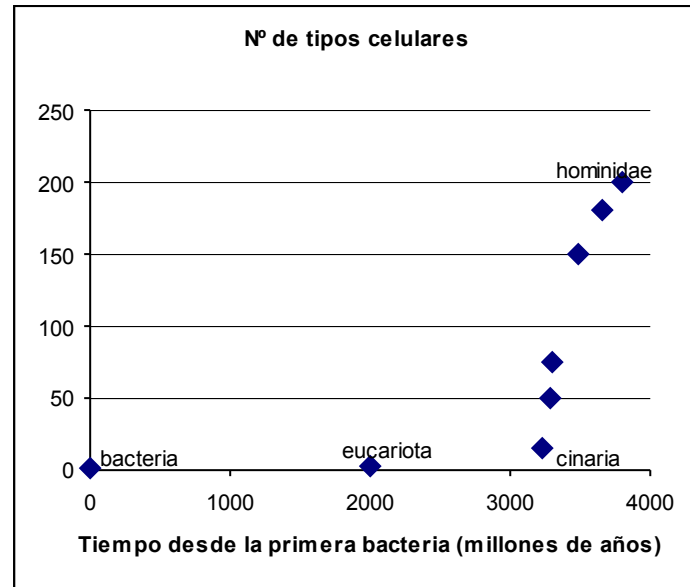
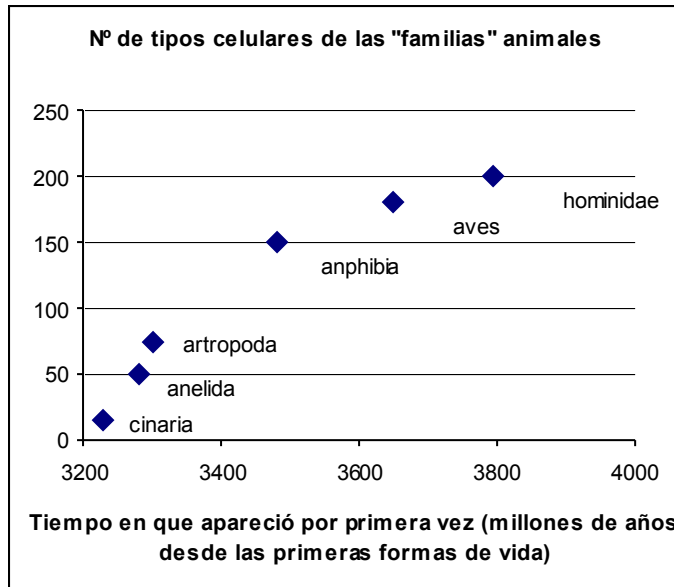
que no era así, que vivíamos en un mundo de bacterias y que no había forma de mayor éxito de supervivencia que ellas. La biomasa de bacterias de la Tierra es superior a la del resto de células vivas juntas (en animales, plantas, hongos y protistas).

Por otro lado, la analogía de Gould olvida un detalle muy importante, y es que los borrachos más cercanos a la pared inicial se moverían mucho más rápidamente que los más complejos. Es decir, en un mismo tiempo, un borracho de la pared da quizás cien pasos aleatorios mientras que un borracho complejo da sólo uno. Esto es así porque los 'ensayos' evolutivos, los cambios aleatorios genéticos, los pasos de los borrachos, se producen en función del tiempo de reproducción de los borrachos. El borracho-bacteria se divide en dos cada media hora, mientras que el borracho-mamífero lo hace cada semanas o años. Cuanto más complejo es un organismo menos 'pasos' da en un mismo tiempo. Por tanto, es como si los borrachos sufrieran una resistencia a moverse en proporción a la distancia a la pared; en

definitiva, como si la calle fuese cuesta arriba. En este caso, este factor tiende a ralentizar aún más el proceso de complejidad de Gould. La transformación de las especies debería ser cada vez más lenta conforme se hagan más complejas en el tiempo. Una predicción finalmente muy diferente a la de la teoría Gaia orgánica.

¿Se puede tratar de comprobar? ¿Qué dice, por ejemplo, la paleontología en cuanto a la evolución de los tipos celulares de los organismos? Si miramos la evolución de la pluricelularidad en animales en los últimos 600 millones de años la predicción de la complejidad como proceso difusivo del neodarwinismo no está nada mal. Se pasa de los cnidaria con 15 tipos celulares hace 600 millones de años a los 150 tipos de los amphibia hace 300 millones, para luego sólo avanzar hasta los 200 tipos celulares que disfrutamos recientemente los homínidos (ver figura). Vemos una evolución rápida al principio para pasar luego a un estancamiento.

Teoría Gaia orgánica: una introducción



Figuras 8 y 9.

Sin embargo, si en vez de contemplar los últimos 600 millones de años contemplamos todo el proceso evolutivo y comenzamos con las bacterias con un solo tipo (hace unos 4000 millones de años) o incluso con la primera célula eucariota como simbiosis de 4 o 5 tipos de bacterias distintas – una especie de pluricelular que se fusionó completamente en uno-, hace más de 1500 millones de años, entonces

lo que vemos se parece también bastante a la predicción de la teoría de Gaia orgánica: un comienzo lento para explotar (en el caso de los animales hace 600 millones de años) y luego encontrarse con los límites en el entorno de los 200 tipos celulares.

Podríamos escoger otro ejemplo distinto para 'medir' la complejidad. Una propuesta diferente sería el número de bases del ADN esenciales para construir un organismo en función del tiempo en que apareció el organismo más complejo de cada momento. Es decir, haríamos la foto aérea cada minuto en la calle de los borrachos y contaríamos la longitud de la cadena de ADN imprescindible para 'construir' al borracho más alejado de la pared en esa foto. Las predicciones en este caso son las mismas, para Gould esta cadena de ADN debería crecer pero cada vez más lentamente. Para nosotros el crecimiento sería finalmente sigmoidal, y salvo que estemos cerca ya de algún tipo de límite, exponencial.

El problema aquí está en que los biólogos y genetistas no se ponen de acuerdo en qué es esencial dentro de un ADN, obviamente la parte que codifica proteínas lo es, pero hay otras partes del ADN, que al principio se calificaron como ADN *basura*, algunas de las cuales tienen su funcionalidad, incluso evolutiva.

Lo que vamos pues a hacer es tomar grandes saltos evolutivos. Y el número de genes mínimo para construir el citado organismo. Es decir, cuántos genes necesita la mínima bacteria, la mínima eucariota, el mínimo pluricelular y un organismo altamente complejo como el ser humano o similar. La ventaja de pocos puntos es que borramos mucho ruido y problemas que tiene medir la complejidad a través de la medida de genes o ADN 'esencial'.

El resultado es obvio.

Las primeras bacterias hace 4000 millones de años tendrían unos 200 genes. La primera eucariota surgida hace 2000 millones de años necesitó más de 2000 genes, el primer pluricelular complejo, que apareció hace quizás 1000 millones de años necesitaría ya cerca de unos 10000 genes (o longitud de ADN equivalente esencial) y un mamífero o ave recientes a esta escala quizás más de 20000 equivalentes genéticos. Estos cuatro puntos encajan como un guante con una función exponencial, y

Teoría Gaia orgánica: una introducción

clarísimamente se alejan muchísimo de las predicciones del neodarwinismo. Es decir, tenemos un caso de falseamiento de una teoría, la neodarwinista, y un 'pasa la prueba' de la teoría Gaia orgánica.

Es interesante señalar, además, que no observamos para este tipo de medida de la complejidad a través de la longitud del ADN 'útil' una aproximación a los límites, es decir, que aunque sin duda existe un tamaño máximo para esta longitud, es posible que aún estemos lejos de ella. Es decir, que la evolución traerá organismos mucho más complejos que los seres humanos de la mano, al menos, de la información que porta la cadena de ADN. Ni siquiera al nivel de los organismos corrientes el ser humano es la cúspide de lo que se verá dentro de Gaia.

Pero si no queremos reducir las cosas a un concepto tan controvertido como el de "gen" o "longitud" de la cadena, podemos repetir lo mismo con los saltos "jerárquicos" de complejidad: bacteria, eucariota, pluricelular, organismo de

organismos (termitero), y ver cuándo aparecieron en la historia. Nos encontraremos con una serie de puntos que encajan bien con la función exponencial de la Gaia orgánica y muy mal con las predicciones del neodarwinismo...

A través de las lentes de Gaia (V)

Todo sirve a dos funciones.

Al menos.

Cuando abras los ojos para observar algo que te rodea busca al menos dos funciones, la de ese "algo" que crees estar viendo, y la del "algo" real, que soy yo.

No siempre te resultará fácil, pero la práctica te ayudará.

A la mañana del verano un paseo te descubrirá decenas de telarañas llenas de rocío.

Como sabes, la tecnología de una tela de cualquier araña es difícil de superar: a un diseño calculado, bello e inteligente, se le une un material pegajoso, ligero, casi transparente y muy resistente, ideal para la función más obvia: atrapar pequeños insectos.

Pero pregúntate también cuál es la función de Gaia. Una posible (y que verás durante tu paseo) es atrapar el rocío. Las gotas de agua se acumulan como cuentas perladas de un enredado collar, retenidas unas primeras horas y, casi siempre, crecidas lo suficiente como para caer como de un cuentagotas hacia la planta que dio el soporte a la casa de la araña: ayuda mutua, porque menos insectos comerán la planta.

Así, cuando veas una telaraña verás también una pequeña nube quieta a la altura de tus tobillos o rodillas.

Siempre imaginas querer acariciar esas nubes algodonosas que flotan por encima de ti con formas caprichosas, así que si no hubiera hecho temibles a tus ojos a las arañas, tendrías deseos de jugar con las pequeñas nubes y tus patosos pies y manos las romperían al menor descuido.



7ª parte: El origen de Gaia

Hasta ahora hemos argumentado que los hechos experimentales y la historia de la vida sobre la Tierra favorecen la explicación de un superorganismo al que, siguiendo a Lovelock, podemos llamar Gaia.

Hemos establecido que el neodarwinismo no es una teoría válida para explicar a Gaia, ni tampoco para otra serie de características como el aumento acelerado de la complejidad.

Hemos establecido, en cambio, que la ley de la entropía y su ampliación en un hecho observado (que en sistemas complejos la entropía aumenta más rápidamente) es compatible con la estabilidad y sostenibilidad de Gaia, pero que las fuerzas de la competencia y la selección natural no llevan a sistemas en los que la entropía discurra por el camino de aumento más rápido.

Pero ¿cómo surgió Gaia? ¿Cómo evoluciona? ¿Por qué se acelera la evolución?

El que cada salto evolutivo (de bacteria a eucariota por ejemplo) sea estable y coherente con las leyes de la termodinámica no es suficiente para explicar el cómo y por qué se producen esos saltos.

Para ello vamos a recurrir a un concepto propio de la temática del desarrollo sostenible humano: **el principio de los límites del crecimiento.**

Una particularidad que tienen los organismos vivos es su capacidad de reproducción. Al replicarse, los organismos tienen el potencial de llenar el espacio que los contiene. Siempre que no se encuentre con límites de recursos energéticos y materiales, el potencial de un organismo es expandirse, crecer.

Darwin, aplicando una idea parecida (basada en Malthus), supuso que los seres vivos se reproducían con una capacidad que superaba el límite que imponían los recursos. De esta forma sólo sobrevivían unos pocos ("los mejores").

"La fuente de la innovación en la evolución es la simbiogénesis".

- Lynn Margulis -

Si bien es cierto que el potencial reproductivo de los seres vivos es muy grande y si bien es cierto que los seres vivos que aumentan su tamaño poblacional se van a encontrar con límites físicos a su crecimiento, el comportamiento de la naturaleza es mucho más inteligente de lo que suponen Darwin y sus seguidores. Una vez establecida Gaia es ella la que limita las poblaciones y el potencial reproductivo de las especies.

Precisamente surge Gaia como respuesta más adecuada (y estable) al problema de los límites al crecimiento de los seres vivos.

Cuando los recursos naturales escasean por el tamaño de la población de seres vivos que requieren de ellos, existen varias posibilidades de interacción entre los seres vivos y su entorno para resolver el problema.

Una posible respuesta es la competencia por el recurso: alguien gana y alguien pierde. Uno se reproducirá (pero sólo para sustituir al perdedor) y el perdedor no lo hará. Es la visión neodarwinista: la cantidad de

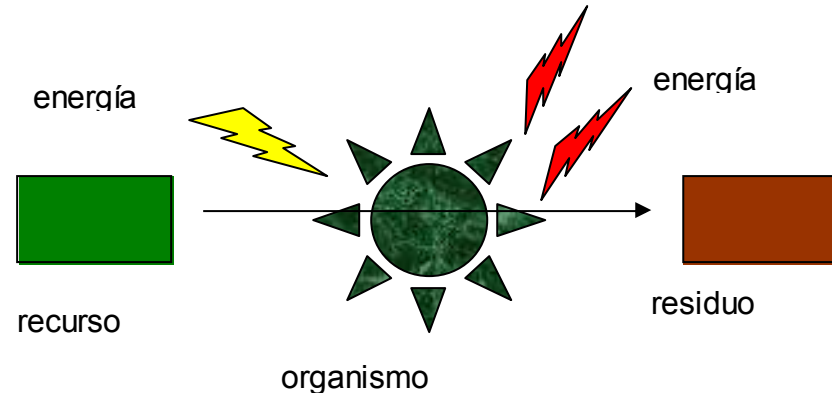


Figura 10. De forma esquemática podemos representar la interacción de un organismo con su entorno como la entrada de energía y recursos materiales y la salida de esa misma energía (pero más dispersa) y de residuos.

recursos disponible limita la población global final.

Sin embargo, es la menos inteligente y eficiente de las respuestas posibles (y no está favorecida por las leyes de la termodinámica que hemos repasado).

“Cuando la vida se originó en la Tierra, si no se hubiese producido pronto un reciclado de materia, los seres vivos, con un metabolismo idéntico, habrían agotado todos los recursos y la vida se habría extinguido en unos 300 millones de años”.

- Ricardo Guerrero -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Otra posible respuesta es **coordinarse para ser más eficiente en la obtención del recurso**, de tal forma que el recurso que limita a un ser vivo no sea el que limita al otro (es decir, huir de la competencia). Si hay pocos recursos y nos coordinamos, podemos emplear una y otra vez el mismo recurso, uno detrás de otro. Para la materia, procurando reciclar una y otra vez; para la energía, extrayendo todo lo que podamos el gradiente disponible en cascada (aumentando más rápida y eficientemente la entropía).

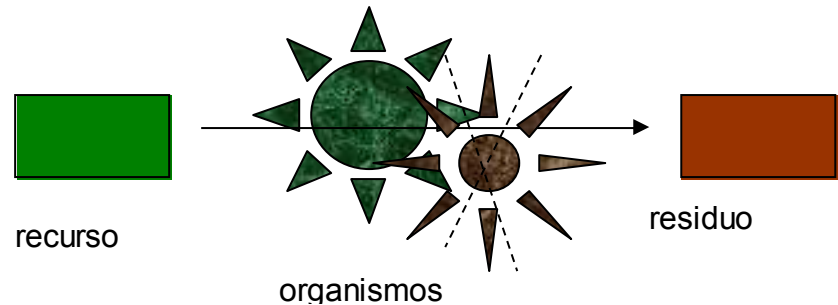


Figura 11. Visión más sencilla del neodarwinismo (argumento de Huxley): dos organismos compiten por un recurso, el mejor adaptado sobrevive y se reproduce, el peor muere o no se reproduce.

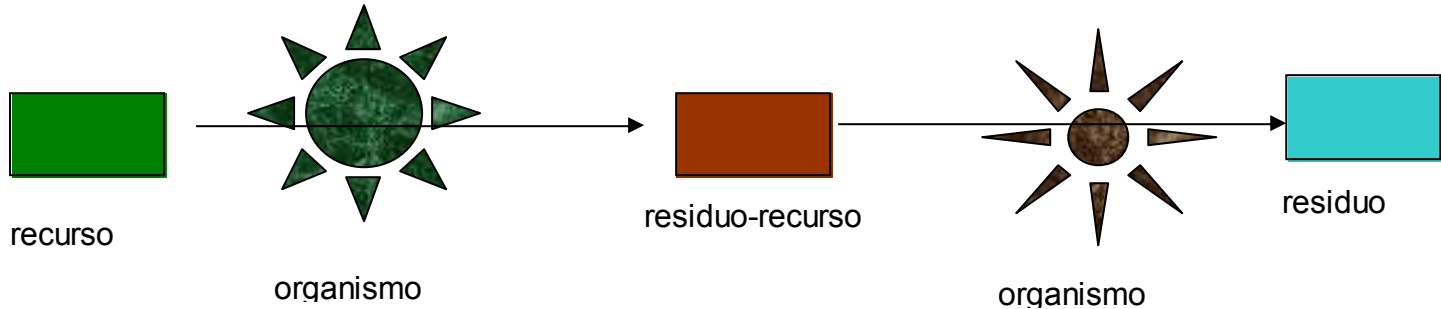


Figura 12. Visión más compleja del "neodarwinismo" (argumento de Kropotkin): dos organismos "huyen" de la competencia por un recurso. Un organismo utiliza como recurso el residuo de otro. Puede llegar, tras varios organismos, a reciclarse el recurso inicial. Por ejemplo, un animal respira oxígeno y genera dióxido de carbono como residuo. Una planta utiliza el dióxido y regenera el oxígeno. Comienza a surgir una cierta coordinación—los términos competencia o cooperación no son ya los más adecuados—.

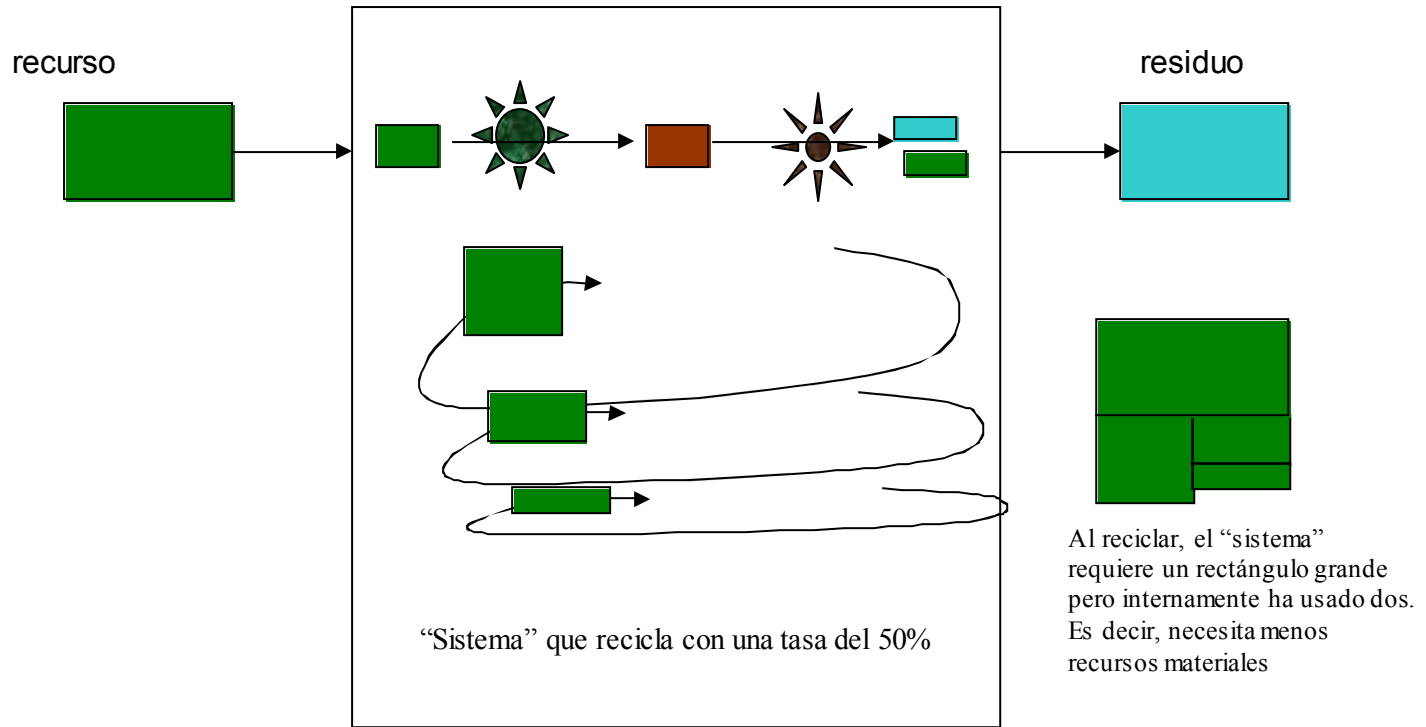


Figura 13. Visión de la teoría Gaia orgánica. Los organismos, al coordinarse para reusar los recursos y huir de la competencia, terminan reciclando la materia. Si la tasa de reciclado es elevada, la coordinación requerida forma un nuevo “sistema” que termina convirtiéndose en un organismo a través de simbiosis: sea Gaia, un ecosistema o un organismo compuesto de células. El organismo resuelve el problema de los límites de acceso a los recursos materiales a partir del reciclado en vez de la competencia; esto genera inevitablemente organismos de nivel superior pero requiere que la energía se reparta bien dentro del sistema (entropía) a la vez que el “sistema” global termina generando más entropía en el Universo que si él no existiera.

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Por ejemplo, cuando bebo un vaso de agua –el recurso para mi organismo- las células y órganos podrían competir por obtenerla, pero eso me destruiría. Si el agua es escasa, lo más eficiente (y lo que permite que existan muchos más órganos y células en mi cuerpo) es que cada molécula de agua pase una y otra vez por mi organismo, se recicle, circule todas las veces que pueda. Por ejemplo, si la tasa de reciclado dentro de mi organismo fuera del 50% significaría que es como si hubiera bebido dos vasos de agua en vez de uno. De esa forma se puede mantener un sistema mayor, y más complejo. Y a su vez, **la propia complejidad del sistema es la que permite la coordinación necesaria para reciclar.**

En un organismo como el nuestro, **cada molécula de agua que ingerimos pasa unas 300 veces por los riñones antes de que el organismo la deseche (y la emplee luego otro organismo).** Esto supone que en un organismo altamente complejo y coordinado como nosotros (no competitivo dentro de él) la tasa de reciclado del agua es del 99,7%, lo cual resulta impresionante. Alejamos 300 veces, gracias a la

coordinación y el reciclado, el factor limitante, y así podemos ser cientos de veces mayores (y mucho más complejos) que si no recicláramos nada.

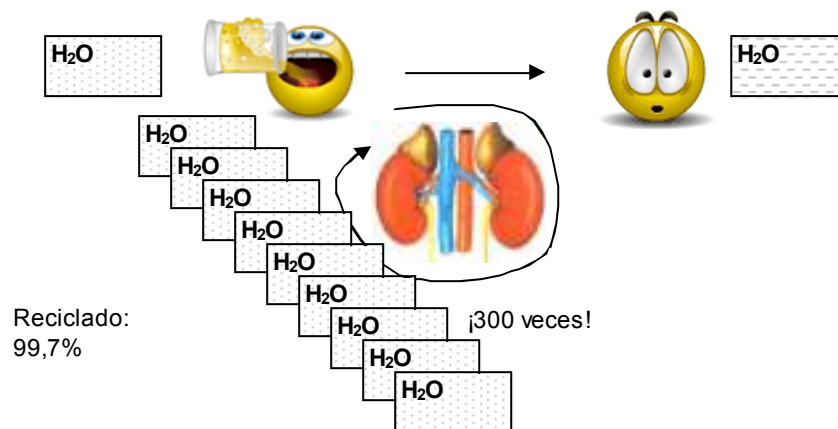


Figura 14. Reciclado del agua dentro de un mamífero. Cada molécula de agua ingerida pasa unas 300 veces por los riñones antes de ser expulsada como residuo. Así, en vez de tener que beber (y expulsar) 600 litros de agua al día, nos bastan 2. Si no recicláramos nos pasaríamos la vida en el baño, sin tiempo para comer o reproducirnos o leer...

De igual forma pasa con los factores limitantes en la biosfera y los organismos: estos se coordinarán tanto como sea necesario en su lucha por lidiar con el problema de los límites al crecimiento.

¿Es que se recicla el agua en Gaia?

Claro. Y no sólo eso, se impide además que se escape de la Tierra.

Otro ejemplo: cada átomo de carbono que ingresa en Gaia a través de los fenómenos volcánicos es utilizado unas 370 veces por parte de Gaia hasta que termina como desecho fuera de sus fronteras. Si los organismos que forman Gaia no se coordinaran para utilizar una y otra vez el carbono o el nitrógeno o el fósforo (tres de los más conspicuos factores limitantes) la cantidad de vida que podría sostener el planeta sería cientos de veces menor. Es precisamente el hecho de tener relaciones cooperativas (y no competitivas con selección natural) lo que permite que la vida sea tan abundante en la Tierra. Las reglas de Darwin darían lugar a un mundo desértico, en el que los factores limitantes no darían ni para la

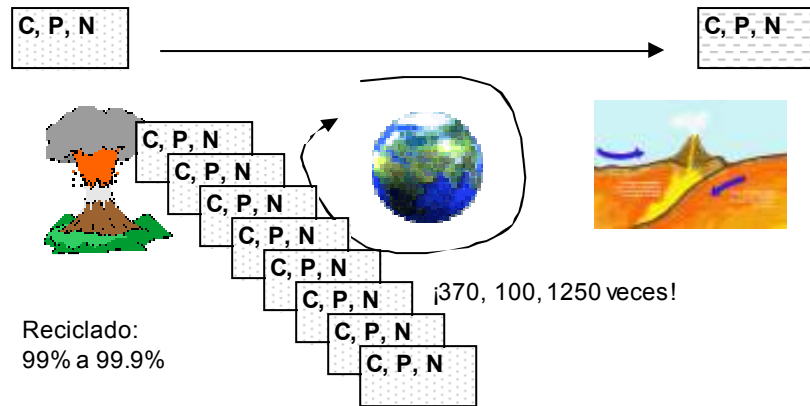


Figura 15. Reciclado del carbono, fósforo y nitrógeno dentro de Gaia. Cada átomo proveniente del exterior a Gaia por un fenómeno volcánico es utilizado por las partes de ella muchas veces antes de salir de nuevo al magma terrestre. No hay sistemas no orgánicos disipativos complejos capaces de esas tasas de reciclado.

biodiversidad y productividad del Sahara.

La coordinación que se requiere para el reciclado de materia y energía es tan elevada que sólo seres de la complejidad del organismo son capaces de llevarlas a cabo. Gaia posee esas tasas de coordinación y reciclado, luego debe ser tan compleja como un organismo.

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Pero además sucede que estos procesos ocurren en todas las escalas, desde la bacteria hasta la propia Gaia.

Cuando un hongo se encuentra con problemas de acceso a la energía o un alga se encuentra con problemas de acceso al nitrógeno (en una visión micro de la teoría), la solución no es competir, sino coordinarse hasta el punto de formar un único ser, el líquen. La simbiosis en el líquen –la forma total de coordinación– permite liberar al hongo de sus límites con la energía disponible porque se la proporciona el alga a través de la fotosíntesis; el alga a su vez es liberada de su límite con el nitrógeno porque se lo proporciona el hongo. Al formarse la simbiosis algo casi mágico ocurre: se alejan de pronto los factores limitantes (ya no hay que “luchar por la existencia”), aumenta la complejidad, aumenta la entropía del entorno más rápido que con el hongo y el alga cada uno por su lado. La formación es estable, se “selecciona” de forma automática. Hay evolución.

Y como dice Lynn Margulis, vivimos en un planeta simbiótico. Los saltos en complejidad –que es la parte importante en la evolución– permiten

llegar a Gaia: la célula eucariota es la simbiosis de bacterias y virus; un organismo pluricelular es la simbiosis de eucariotas, bacterias y virus. Un termitero es la simbiosis de pluricelulares, eucariotas, bacterias y virus; un bosque tropical es la simbiosis de organismos, eucariotas, bacterias y virus. Gaia es la simbiosis de los ecosistemas y sus simbiosis. Simbiosis dentro de simbiosis dentro de simbiosis. Gaia surge de forma natural como el mecanismo más eficiente para aumentar la presencia de la vida sobre el planeta, y comenzó a surgir desde el momento en que los primeros organismos tuvieron que lidiar con la aproximación a los límites a su crecimiento. **Gaia se ayuda pues así misma (se ama) y evoluciona con el tiempo.** Una vez establecida Gaia es ella la que dirige los procesos internos a ella, todos los “organismos” que forman parte de ella se supeditan a sus dictados (visión macro de esta teoría), de igual forma que mis células están a mi servicio como organismo. Parte del telos (los propósitos y fines) de los organismos y ecosistemas que conforman a Gaia se dirigen (y son dirigidos) hacia y por Gaia.

El lenguaje cambia radicalmente; a saber, en un organismo no tiene sentido hablar de competencia entre sus partes, ni de selección natural. Se debe hablar de fenómenos y funciones fisiológicas:

El salmón remonta el río y desova en su cabecera no para sobrevivir, sino para fertilizar el bosque a través del oso que lo recolecta, reciclando los nutrientes. Por supuesto, el comportamiento del salmón debe ser coherente con la supervivencia de su especie, pero "trabaja" para Gaia. Al ayudar el salmón al reciclado de materia, Gaia se facilita la existencia a sí misma y con ello la pervivencia de una diversidad y cantidad de vida mayor. Resuelve así los límites físico-químicos a su desarrollo, pervivencia y evolución. Gaia sólo crece cuando es capaz, a través de su evolución hacia la complejidad creciente, de mejorar sus tasas de reciclado.

... Supongo que a la lectora no se le escapará que el problema de los límites al crecimiento es precisamente el caballo de batalla que enfrenta nuestra civilización con los problemas de su sostenibilidad...

A través de las lentes de Gaia (VI)

Quizás te preguntes cuál de las funciones es la importante y su existencia explica la existencia de las demás.

"¡Lo importante es que la tela de araña sirva a los intereses de la araña!", exclamará el darwinista que llevas dentro. "La precipitación del agua en la tela es algo fortuito, esa 'función', si es que es tal, no ha aparecido para beneficiar a un tercero, sea la planta o seas tú, Gaia". Así continuará agazapado en tu oído Darwin. Pero el caso es que el agua frecuentemente exigirá reparaciones y deja "inservible" durante horas la tela. Podrías pensar al menos en la simbiosis entre la planta y la araña mutuamente favorecidas. Una atrae a insectos inevitablemente y estos son inevitablemente atrapados. Una proporciona los puntos de anclaje mientras recibe gota a gota un agua vital. Pero la función importante es la mayor ¡lógico! Retener el agua en verano es propio de mí, llámalo "gaiano". Soy yo la que incorporo en mí maestras tejedoras que ayuden en esa función. Por supuesto, las arañas para ayudar en mis funciones deben sobrevivir y ser alimentadas, igual que los orgánulos de tus células deben sobrevivir y ser alimentados un tiempo. Por eso es bueno que la tela de araña sirva para atrapar insectos también, y si esto se convierte en otra función más, de equilibrio ecológico, mejor que mejor. Soy lista y si puedo sacar tres funciones por el precio de una...



7ª parte: Organicismo versus mecanicismo

Defiendo que la teoría de la evolución de Gaia como organismo teleológico es científica.

El hecho de que Gaia sea un organismo –y como tal necesariamente con fines y propósitos que le pertenecen a ella– puede ser visto por muchos científicos como una simple metáfora, pero pretender decir que **es** un organismo, para muchos científicos, la vuelve a sacar del ámbito científico. De hecho, formalmente se sacó a la Gaia orgánica como hipótesis científica defendible en un congreso internacional sobre Gaia en Valencia en el año 2000. Parece que no hubo oposición.

El mismo Lovelock reconoce que ver a Gaia como organismo es una metáfora, pero defiende que es una

metáfora válida y útil, de la misma forma que es también una metáfora la idea de Dawkins del *gen egoísta*, pues ¿cómo va a ser una ‘cosa’ –el gen-egoísta? El egoísmo es una cualidad humana.

Esta reflexión nos lleva de hecho al ámbito de las raíces filosóficas de la misma ciencia. La ciencia es el conocimiento del COMO SI. Por ejemplo, decimos que un electrón es COMO SI orbitara en torno a un núcleo atómico. Tenemos ‘imágenes’ científicas del mundo que nos rodea que tratamos de explicar, y pensamos que el mundo funciona COMO SI esas imágenes fuesen el propio mundo. En el fondo: **metáforas**.

Ver a una célula como una máquina compleja es una metáfora. Como lo es también verla como un organismo.Cuál de las dos metáforas es la real no tiene sentido; lo que tiene sentido es preguntarse cuál explica mejor los hechos que observamos y cuál permite predecir hechos aún no observados.

“El libro del Universo (...) está descrito en el lenguaje de las matemáticas”.

- Galileo Galilei -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

La ciencia moderna, desde su nacimiento, ha visto el mundo de dos formas diferentes, con dos metáforas diferentes: la visión del **Mundo Máquina** –COMO SI fuese una máquina– y la visión del **Mundo Organismo** –COMO SI fuese un organismo.

El mundo-máquina es un conjunto de visiones –*paradigmas* solemos llamarlos– o sub-metáforas que utilizamos además como herramientas metodológicas para tratar de comprenderlo.

Las sub-metáforas del **mundo-máquina** son:

El reduccionismo, el determinismo y la reversibilidad.

El **reduccionismo** es la idea de trocear el mundo en partes, como piezas de un puzzle, trabajar con cada una de ellas y luego limitarse a juntar las piezas.

El **determinismo** es la idea que parte de suponer que existen leyes –

matemáticas– que determinan el comportamiento del sistema ‘reducido’. Pensar que los sistemas reducidos se comportan de una forma perfectamente determinada y predecible.

La **reversibilidad** es la idea de que las leyes matemáticas en las que el tiempo juega un papel importante son las mismas si el tiempo va del pasado al futuro o a la inversa.

La teoría neodarwinista encaja como un guante en esta visión del mundo como reloj mecánico:

El comportamiento de un ser vivo lo podemos ‘reducir’ a un sistema de mecanismos bioquímicos, ‘determinado’ por la secuencia gen-proteína- interacción con el medio. No hay propósito en estas máquinas. La evolución no tiene ningún propósito. Lo que observamos son mutaciones y evolución aleatoria, ‘reversible’.

“He descrito a la Tierra y al Universo entero visible a la manera de una máquina”.

- René Descartes

-

“Mi intención es demostrar que la máquina celestial no es como un ser divino, sino como un reloj”.

- Johannes Kepler -

Se ha de reconocer que la ciencia ha cosechado muchos éxitos con esta visión y esta forma de aproximarnos al conocimiento de los hechos. Newton y su teoría de la gravitación sería el ejemplo clásico de visión mecánica: reducción –la Luna y la Tierra como masas esféricas en interacción–, determinismo –predicción exacta del próximo eclipse– y reversibilidad –podría perfectamente orbitar la Luna al revés y todo sería igual–.

Las ciencias químicas y después las biológicas (¿y las sociales?) han seguido los pasos que siguió la física. Hoy son los bioquímicos los que explican desde el neodarwinismo la evolución, no son los ecólogos.

Lo llamativo del caso es que desde comienzos del siglo XX ha habido una revolución de las metáforas empleadas en la física. Los físicos vieron sistemas complejos –mucho más sencillos que los que estudian los biólogos– que no encajaban en la anterior visión. Nació la teoría cuántica que decía que los sistemas no eran deterministas, y que no los podíamos reducir porque no podemos separar el observador de lo que trata de observar. Llegó también la

termodinámica –Prigogine y sus sistemas lejos del equilibrio– y se dio cuenta de que los procesos –¿todos? – son irreversibles, que ocurren ‘emergencias’ en los sistemas que hacen que no exista la marcha atrás, que hay direccionalidad en los procesos físicos.

Es decir, que la física actual se mueve también con nuevos paradigmas o metáforas: composicionismo y holismo (y no solo reduccionismo), incertidumbre e indeterminación (y no solo determinación), irreversibilidad y emergencia (y no solo reversibilidad).

Es la vieja y precientífica visión del **mundo-organismo:**

El holismo, el indeterminismo y la emergencia.

Pero ¡qué paradoja!

La biología, que nació con una visión orgánica, ha viajado, conducida por el neodarwinismo, hacia la visión mecánica; en cambio, la física, nacida

“ Toda la vida evoluciona por la supervivencia diferencial de los entes replicadores (genes)”.

- Richard Dawkins -

“ El ADN hace el ARN y el ARN hace la proteína”.

- Francis Crick -

“ Cuanto más conocemos el Universo más difícil es creer en el determinismo”.

- Ilya Prigogine -

“ Dios no sólo no juega a los dados: a veces los tira donde no se pueden ver”.

- Stephen Hawking-

directamente de la visión mecánica, ha viajado hacia la visión orgánica.

Y esta paradoja se resolverá cuando la biología –y por supuesto no la física– haga de nuevo el viaje de vuelta. Un viaje que precisamente se pretende iniciar con la teoría evolutiva de Gaia como organismo holista: serán pues la ecología y la fisiología las disciplinas más adecuadas para explicar la evolución de las especies y de Gaia, y no la bioquímica.

¿Qué caracteriza a un organismo como tal?

Esta pregunta es casi tan difícil como “¿qué es la vida?” ¿Qué decimos que está vivo?

Algunas características que todos pensamos pertenecen a los organismos:

Los seres vivos se reproducen, se autorreparan, tienen metabolismo propio y reciclan la materia. Yo añadiría dos más, **evolucionan** y, como consecuencia de las anteriores, **son**

seres teleológicos. Sus funciones de reproducción, de autorreparación, de metabolismo y reciclado son fines y propósitos, no se trata de simples productos aleatorios y reversibles: se hacen para algo.

Así, la mayoría de los biólogos no ven a los virus como seres vivos, como organismos, porque aunque les vemos reproducirse, no se autorreparan, ni reciclan la materia, ni tienen metabolismo; tres funciones que consideramos esenciales.

Una bacteria es un organismo porque cumple todas las funciones anteriores. Un ser humano también, y es más complejo porque es capaz de autorrepararse mejor –incluso de evitar tener que hacerlo–, recicla más y mejor –más eficientemente– la materia, su metabolismo es más complejo, y sus características teleológicas son obvias.

¿Y un hormiguero?

Pues también cumple todos los requisitos anteriores, luego es un ser vivo, un organismo.

“Me he dedicado a investigar la vida y no sé por qué ni para qué existe”.

- Severo Ochoa -

“En el mundo académico las explicaciones teleológicas son un pecado contra el espíritu santo de la racionalidad científica”.

- James E. Lovelock -

¿Y Gaia? Para Gaia no es obvio que exista la reproducción, pero tanto la hipótesis de la *panspermia* –la idea de que la vida no surgió en la Tierra sino que vino ya formada en forma de comunidades de bacterias y virus–, como el hecho de que se ha demostrado que los líquenes pueden sobrevivir en las duras condiciones del espacio exterior, permitirían aventurar la idea de que formas de vida terrestre colonicen otros planetas de la galaxia, dando lugar con el tiempo a nuevas Gaias; una forma pues de reproducción. Pero, en cualquier caso, un organismo no tiene por qué reproducirse en cualquier momento para ser tal: un bebé o una hormiga obrera son dos ejemplos de seres vivos que no se pueden reproducir –pero ‘los han reproducido’–.

¿Y qué pasa con las demás funciones o propiedades para Gaia?

Gaia tiene metabolismo propio, uno muy sutil y complejo capaz de regular la salinidad de los océanos, el pH de aguas y suelos, la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en la atmósfera y el mismo clima que *disfruta*.

De hecho, la hipótesis de Lovelock nació a partir de estas observaciones.

Gaia, ya dijimos, recicla la materia, y de hecho lo hace mejor que la mayoría de los organismos; tan bien, que confundió a Margulis, quien creía que Gaia no es un organismo porque “ningún organismo vive de sus desechos”. Pero el reciclado de Gaia no es perfecto por muy grande que sea. Y, en cualquier caso, esto la haría más ‘orgánica’ y no menos.

Gaia se autorrepara, y las pruebas vienen precisamente de catástrofes de escala planetaria como la caída de grandes meteoritos que provocaron extinciones masivas. Gaia perdió momentáneamente el control del clima y de sus procesos metabólicos; sin embargo, en pocos millones de años se reparaba y además (lo que demuestra que es un ‘ser’) Gaia volvía a su estado anterior, con distintas especies y ecosistemas, pero con las mismas funciones metabólicas –el clima anterior, el pH anterior, el oxígeno anterior, etc. – y su misma capacidad de reciclar materia.

Gaia evoluciona, en el sentido que definimos aquí: hacia un aumento de la complejidad.

Con todas estas características, se sigue que Gaia también es teleológica, que **ES** un organismo de pleno derecho.



8ª parte: El superárbol Pando

La teoría Gaia orgánica dice que existe una suma o **integración de sistemas complejos y orgánicos desde la bacteria hasta la misma Gaia** y de esta forma hay una jerarquía de niveles en la que en cada nivel, y a partir de cierto nivel, nos encontramos con un *organismo*. Los niveles superiores estarían compuestos por organismos que combinados y coordinados, en general bajo simbiosis, forman un todo mayor. Cuando este todo se va constituyendo en un superorganismo la autonomía y los objetivos que poseían los organismos primitivos se van transfiriendo al nuevo superorganismo. Es lo que ya hemos dicho: las células eucariotas, las que componen tu cuerpo, son el resultado de la combinación y coordinación simbiótica de células procariotas (bacterias). Tus células coordinadas en una maravillosa simbiosis forman tus órganos que juntos te forman a ti. Simbiosis dentro de simbiosis que no paran en ti, sino que

siguen ascendiendo hasta llegar a Gaia.

En este nuevo paradigma las explicaciones de lo que se observa en sistemas mayores que un organismo como tú cambian radicalmente respecto a la visión de la teoría de la selección natural.

Por ejemplo, imagínate que entras en un pequeño bosque de álamos. Si vas con los ojos del neodarwinismo tu foco de atención para tratar de *explicar* lo que ves podría ser cada uno de los árboles y verías competencia por los recursos escasos de luz, agua y nutrientes. Si una tormenta derribara un árbol dejando un claro y vieras a varios retoños de álamo en ese claro, dirías que están compitiendo por la luz y que la selección natural hará que el más rápido en crecer ocupe el nicho abierto: será el mejor adaptado, madurará y se reproducirá, dejando sus genes más aptos a su descendencia.

En cambio, bajo la teoría Gaia orgánica, tratarías de **mirar el bosque entero como un conjunto dentro de un**

organismo mayor, Gaia. A su vez, verías cada árbol como parte del bosque. La interpretación de lo que observas se transforma y ya no se habla de competencia, sino de **coordinación**: el bosque coordina sus elementos para reducir rápidamente el gradiente energético (cumplir la segunda ley de la termodinámica, y quizá la cuarta), se coordina para atrapar eficientemente los recursos, para reciclarlos y trasladarlos a otras partes de Gaia, para formar suelos, oxígeno, etc. El claro y los retoños que hay en él los verías como la reparación de la "cicatriz" dejada por la tormenta, y el árbol caído, como una célula muerta en proceso de reciclado.

¿Cuál es más pertinente o mejor de las dos visiones? En principio depende de la escala. **La teoría Gaia orgánica supera a la selección natural para explicar hechos a gran escala.** Incluso puede explicar hechos de pequeña escala. Por ejemplo, si observas una herida en tu piel y el proceso de cicatrización posterior, la explicación que se da en fisiología humana es totalmente análoga a la teoría Gaia orgánica y carece de sentido decir por

ejemplo que las plaquetas que cierran la herida compiten y que sólo sobreviven las más aptas.

El bosque de álamos puede ser de hecho un organismo en el sentido neodarwinista del término, como es el caso de **Pando** (un bosque de *Populus tremuloides* en el estado de Utah en Estados Unidos). Se trata de un único individuo compuesto por 47.000 troncos unidos por sus raíces (genéticamente un macho que ha crecido vegetativamente). Como en cualquier organismo, en Pando no es aplicable la teoría de la selección natural para describir la interacción entre sus ramas, hojas o troncos. A (casi) nadie se le ocurre, cuando ve un tejo, decir que las células de sus hojas compiten entre sí por los nutrientes y la luz, y que en esa lucha por la existencia, muchas mueren, las menos aptas, y que se reproducen las más aptas, que son las que transmiten sus genes a la descendencia. Por tanto para Pando debe ser lo mismo, ya que es como un tejo, sólo que más grande: un superárbol.

Si el ecosistema formado por Pando no tiene un comportamiento diferente

"Si la abeja desapareciera de la superficie del globo, al hombre sólo le quedarían cuatro años de vida: sin abejas, no hay polinización, ni hierba, ni animales, ni hombres".

- Albert Einstein -

al de cualquier otro bosque, las explicaciones del darwinismo para describir las interacciones entre "organismos" se ponen en duda con este contraejemplo (falsamos la teoría, la negamos en cierto nivel). Esto no significa que haya que tirarla al cubo de la basura, de igual forma que no tiramos a la basura la idea de que el Sol ocupa el centro del universo (teoría de Copérnico). Para escalas del sistema solar nos puede seguir valiendo pensar así casi siempre; pero como sabemos, no es verdad.

La diferencia entre Copérnico y Darwin es que la visión del segundo ha servido y sigue sirviendo para explicar y justificar así comportamientos humanos (sociobiología), políticas extremas (darwinismo social, eugenismo) y economías (el capitalismo más liberal). En este sentido, sería interesante superarla con una teoría como la que se propone aquí. Incluso habría que pensar en deshacerse de ella cuanto antes y compararla no con Copérnico, sino con la idea de que la Tierra es plana e infinita, de nuevo una idea bastante válida a escala de los centímetros, pero claramente errónea.

Observaciones y predicciones de la teoría Gaia orgánica

Una característica que hace de la ciencia una disciplina de conocimiento especial frente a otras formas es que las hipótesis y teorías que elabora deben estar siempre dispuestas para ser mejoradas o incluso rechazadas.

En física, las ideas de Einstein no fueron combatidas por el mero hecho de que contradecían las ideas de Newton. Y en la cosmología actual, las teorías de Einstein las ponemos a prueba continuamente, y se elaboran nuevas teorías que tratan de superarlas. Nadie se rasga las vestiduras.

A un físico que vea el neodarwinismo como una teoría más de la ciencia le resultará increíble que los biólogos se queden sólo en matizar y no superar una teoría tan vieja. Un científico se extrañará de que cualquier teoría propuesta que pueda verse como contradictoria o claramente distinta al neodarwinismo se prefiera ignorar o se ataque sin más, como fue el caso de la hipótesis Gaia inicial de Lovelock, que

"Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo".

"No podemos resolver los problemas con el mismo tipo de pensamiento que usamos cuando se crearon".

- Albert Einstein -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

tenía que ser falsa porque parecía contradictoria con el neodarwinismo (no porque predijera cosas erróneas). Muchos neodarwinistas, como es el caso de Dawkins, parecen haber perdido la noción de que *teoría* es un modelo, no una verdad inatacable, no un dogma inconcuso.

A lo largo de estas páginas, he mostrado una serie de fenómenos que no son compatibles con el neodarwinismo: observaciones y hechos que requieren la elaboración de teorías nuevas o al menos, la ampliación del neodarwinismo. Además, he mostrado que la teoría Gaia orgánica no es compatible con ciertas lecturas de la obra de Darwin...

Ahora toca empezar a pasar más pruebas. Toda teoría que se precie debe no sólo explicar el mundo que nos rodea, sino que debe ir encajando de forma natural con las nuevas observaciones e, idealmente, hacer predicciones que se muestren correctas.

He mostrado ejemplos que son explicaciones del mundo desde la visión de la nueva teoría, como el

ejemplo del bosque de álamos y el superárbol Pando. He mostrado ejemplos de observaciones que encajan bien con la teoría, como el aumento acelerado de la complejidad en Gaia, al tiempo que decía que esta observación era contradictoria con lo que se esperaba del neodarwinismo. Falta pues hacer predicciones.

Veamos alguna.

Puesto que Gaia es un *organismo de organismos*, estos últimos deben transferir sus funciones (sus objetivos, su *telos*) al organismo mayor. De esta forma, deberemos observar comportamientos de organismos ilógicos desde el punto de vista de la supervivencia del individuo o grupo salvo que se expliquen como que lo que observamos es un servicio a Gaia. Me explico con una analogía: sin duda muchas células y órganos del lector están haciendo ahora cosas "ilógicas" desde su punto de vista interno, ilógicas si los consideráramos como organismos con objetivos propios, egoístas, dirigidos solo para sí –máquinas de supervivencia que diría el neodarwinismo–, y sólo si vemos su

"El suelo es un único organismo".

- Aldo Leopold -

"Y así como el aire forma y sostiene a los seres vivos, así también los seres vivos crean y sostienen el aire".

- David Suzuki -

comportamiento como una función o un trabajo para la lectora tendrá su sentido. Por ejemplo, si a la lectora la persiguieran unos asesinos, sin duda pondría toda la maquinaria de su cuerpo a trabajar, y probablemente se echaría a correr como nunca en su vida. Es posible que algunos músculos de sus piernas sufrieran desgarros y que el corazón se pusiera a 200 pulsaciones por minuto: tanto piernas como corazón estarían haciendo algo totalmente absurdo desde su "egoísmo", pero lo hacen porque "el todo" se lo ordena. Lo interpretaremos como un comportamiento lógico sólo si vemos al organismo entero.

La predicción gaiana sería similar: debemos observar comportamientos por el bien de Gaia que sean directamente perjudiciales para organismos implicados. No hasta el extremo de que el perjuicio sea tan grande que terminen impidiendo la función, pero sí lo suficiente como para que los podamos explicar sólo en cuanto que son beneficiosos para Gaia. El músculo del ejemplo se puede desgarrar, pero si se termina rompiendo entonces el organismo tampoco saldrá

beneficiado, porque los asesinos atraparán a la lectora.

Ejemplos:

- Visualicemos un pez que se une a otros peces en un banco de peces, y entonces el banco es atacado por depredadores. La predicción del neodarwinismo es que el pez sobrevivirá mejor en el banco ante el ataque. La predicción gaiana es que el pez y el banco deben alimentar a los depredadores, hasta el punto de que el pez y el banco tienen menos probabilidades de sobrevivir con su comportamiento que si el pez y el mismo banco se dispersaran. La predicción gaiana es que veremos muchas veces bancos enteros de peces en los que no sobrevive ni un solo individuo y que si de alguna forma se les obligara a dispersarse, sobrevivirían muchos individuos. Una predicción opuesta al neodarwinismo y que se podría comprobar.

Teoría Gaia orgánica: una introducción

- Una planta podría facilitar la vida de otras plantas –que en teoría compiten con ella por los recursos– hasta el punto de tener mecanismos “ineficientes” desde su punto de vista egoísta, pero eficientes desde el punto de vista gaiano. Veríamos en la teoría gaiana que estas plantas no mejorarían estas “ineficiencias” en su evolución, al revés. Dicho de otro modo, Gaia seleccionaría a las plantas “ineficientes” con el uso egoísta de los recursos.

- Veríamos cómo un animal aparentemente desperdicia energía desde su punto de vista; pero desde el ecosistema o Gaia lo que está haciendo es compartir la energía. La urea de los mamíferos contiene energía, pero los mamíferos suelen “desperdiciarla” ya que no la metabolizan. Sólo en un caso de supervivencia extrema en el que la energía de la urea pueda ser esencial se habilitarán los mecanismos metabólicos para “digerirla” y obtener su energía; si no, simplemente se dará al ecosistema, por ejemplo, para fertilizar el bosque en el que habita el mamífero. Incluso

el mecanismo de “supervivencia” podría ser reversible.

- La muerte del organismo programada genéticamente sería una típica previsión de una visión gaiana. Al igual que existe una muerte celular programada en los organismos (se conoce como *apoptosis*), debe existir también en los mismos organismos (por ejemplo la lectora, una orquídea e incluso una bacteria) una tendencia a la programación de la muerte. La *apoptosis* en organismos unicelulares tiene difícilísima, compleja y poco creíble explicación en el neodarwinismo; sin embargo, es algo sencillo y lógico de explicar en la teoría gaiana. Se ha observado la *apoptosis* en seres unicelulares: la predicción gaiana es que este fenómeno debe ser muy antiguo y habitual.

Si Gaia es un organismo, tiene su expansión limitada por el tamaño de la

Tierra; como organismo estaría limitada por la atmósfera por el lado exterior y por el manto y núcleo terrestres en el lado interior. Si denominamos como **Vulcano** al dominio no orgánico que domina el interior de la Tierra, debe existir una interacción profunda entre ambos dominios. La predicción de la teoría Gaia orgánica es que no sólo la influencia de Vulcano sobre Gaia será tremenda (de hecho, la mayor extinción de especies en el pasado hace 250 millones de años fue debida seguramente a enormes episodios volcánicos), sino que Gaia debe influir, cada vez más, en Vulcano. Muy probablemente Gaia sea un factor importante en la tectónica de placas, en la diversidad geológica, en la dinámica de los continentes, etc. A lo largo de la historia de la vida de la Tierra, la predicción es que Gaia va pasando de influir en Vulcano a ir dominándolo (es el concepto de adaptación **al** medio frente al de adaptación **del** medio mediante tecnología). Gaia debe “jugar” con la química y geología de los procesos metamórficos y sedimentarios en su beneficio. La predicción es que los geólogos irán descubriendo

“casualidades” que beneficien a la vida sobre la Tierra. Es más, estos descubrimientos se acelerarían si se preguntaran no solo por ¿cómo influye Gaia –la vida– en los procesos geológicos que estudio?, sino sobre todo por ¿para qué utiliza Gaia estos procesos geológicos?

A través de las lentes de Gaia (VII)

¿Quién eres tú que vives y mueres? No eres la materia concreta de tu cuerpo, porque has de recordar que estás formado por agua en tu mayor parte y que el agua que ahora crees te pertenece dentro de un año habrá sido cambiada varias veces. Es la misma agua que perteneció a cada dinosaurio y a cada ballena azul que han existido. Cada átomo que dices te define es otro dentro de un tiempo.

Tampoco tus células son siempre las mismas, y además ¿son las bacterias que necesitas para vivir parte de ti? Recuerda que en tu cuerpo conviven y se coordinan con “tus células”, aquellas que dices que tienen genes humanos, más bacterias que “células” con cromosomas, muchas más. Pero tú sigues siendo tú.

Lo importante pues son las funciones que tus átomos y células están haciendo en cada momento de tu vida. Cómo danzan esos átomos en ti, en un águila o una bacteria. La música la pongo yo. Y yo misma danzo a través de mis átomos. Busca mis funciones, sigue si quieres la danza de mis átomos, pero no me niegues porque no puedas ver un cuerpo tan “definido” como el tuyo, pues a la postre el tuyo tampoco lo está.



9ª Parte. Gaia y el desarrollo sostenible humano

Gaia es sostenible, lo ha sido durante miles de millones de años.

Gaia se ha desarrollado (ha aumentado su complejidad y sus relaciones y capacidades), ha evolucionado durante miles de millones de años.

Lo esperable es que, salvo accidente externo, Gaia siga desarrollándose de forma sostenible durante muchos millones de años más.

¡Qué mejor definición pues de "desarrollo sostenible"!

Aquellos mecanismos que utiliza Gaia para su desarrollo sostenible podrían ser una buena pista para enseñarnos qué mecanismos podríamos utilizar los seres humanos si es que pretendemos sobrevivir.

Una primera imagen que debemos tener clara, mal que nos pese moralmente, es que si consideramos a Gaia como un organismo ("el organismo"), nuestra relación con Gaia desde hace siglos ha sido de tipo canceroso. Antaño, sin duda, nuestros antepasados pertenecieron al organismo como el resto de las especies, pero algún tipo de "mutación" o accidente nos convirtió en células cancerosas por vía cultural. Células que dejan de obedecer los propósitos del organismo y siguen sus propios propósitos (de expansión y crecimiento).

¿Cuál fue el momento de esa mutación? Me gustaría echarle la culpa a un capitalismo depredador de recursos, pero leída la historia de las civilizaciones y su relación con Gaia, creo que hay que remontarse más atrás, quizás al momento en que decidimos separarnos de la "naturaleza" centrándonos en nosotros mismos como individuos.

Creímos poseer las riendas de nuestro propio destino. A partir de esa sensación fue fácil pensar que uno, o mi familia, o mi pueblo o mi especie, es

Teoría Gaia orgánica: una introducción

el centro del Universo, que el centro de mis propósitos soy yo. En ese momento, generamos comportamientos cancerosos que al principio no tuvieron mucho éxito, pero según han ido avanzando esos "mitos" en su esencia cancerígena, enormemente acelerados por el capitalismo y la revolución industrial, el cáncer ha ido creciendo tanto, que está ya haciendo enfermar al organismo que nos aloja.

Si Gaia es considerada como un organismo (cuando a cualquier organismo lo consideramos, como tal, un ser con propósitos propios y no una máquina programada sin más sentido que el de la supervivencia y la reproducción), entonces tanto Gaia como los organismos automáticamente apelan a nuestra conciencia y moral.

- "Debemos hacer lo posible por establecer y extender el poder y dominio de la raza humana sobre el Universo". Francis Bacon (1561-1626)

Es el excesivo antropocentrismo de la línea que siguió Francis Bacon, y la cosificación de todo lo que nos rodea generada por el mecanicismo a ultranza, lo que nos han llevado al punto en el que la civilización ha sobrepasado los límites de sostenibilidad ecológica.

El funcionamiento de Gaia, su tecnología, se puede convertir en una guía lógica que nos permita entrar en un camino de sostenibilidad.

Gaia es sostenible porque:

- Utiliza una forma de energía renovable, la energía solar.
- Recicla los materiales de su interés gracias a la coordinación de sus elementos (no la competencia) y al equilibrio entre consumo y producción.

"El argumento de este libro [el gen egoísta] es que nosotros, y todos los demás animales, somos máquinas creadas por nuestros genes".

- Richard Dawkins -

- Gaia crece sólo si su desarrollo se lo permite, es decir, sólo cuando su eficiencia o su tasa de reciclado aumentan puede aumentar el consumo.

Y lo más importante, **funciona como un todo coordinado.**

Nuestra civilización, en cambio:

- Utiliza principalmente energía no renovable, especialmente combustibles fósiles que Gaia había retirado de la circulación para controlar el clima.

- No recicla prácticamente nada, usando "recursos naturales" de Gaia y generando residuos que terminan en Gaia, distorsionando así los ciclos y funciones de ella.

Crecemos a toda costa, como si fuese nuestro principal y único objetivo (en vez del desarrollo o el amor o la sabiduría o la armonía).

Si la humanidad desea permanecer en Gaia durante muchas generaciones, debería pues:

- Disminuir rápida y pacíficamente su uso de recursos y su población, quizás a menos de mil millones de personas. Lo que hoy consideramos por una vida digna, con las necesidades básicas cubiertas, requiere un uso de recursos muy elevado con nuestra tecnología actual, imposible para tanta población.

- Comportarse coordinadamente hacia una integración entre humanos y con Gaia; son insostenibles las grandes desigualdades entre personas.

- Cambiar las culturas hacia otras que prioricen a la humanidad sobre los individuos y a Gaia sobre la humanidad. Es lo único humanista que nos podemos permitir ahora y durante muchas generaciones humanas.

"A menos que cambiemos de rumbo, terminaremos en el lugar hacia el que nos dirigimos".

- Proverbio chino -

A través de las lentes de Gaia (VIII)

Soy la punta de una pirámide de cooperación...

Si apelo a tu razón: soy como el hormiguero de la biosfera, o como tu mente. Algo que surge de la cooperación entre lo que llamas “partes”.

Al igual que soy la punta de la pirámide de toda la vida sobre la Tierra, mis partes son los ecosistemas en cooperación. ¿Cómo se forma el termitero? A través de la íntima cooperación entre termitas. ¿Cómo se llega a las termitas? A través de la íntima cooperación entre sus órganos o bien –otra forma de la misma pirámide- a través de la íntima cooperación entre las células que llamas *termitas* y la comunidad microscópica de bacterias y protistas de sus cuerpecillos. ¿Cómo se llega a la célula? A través de nuevo de la íntima cooperación entre sus orgánulos, algunos de los cuales son antiguas bacterias, o bien –nueva forma piramidal- a través de la interacción de sus millones de moléculas complejas. Los termiteros son una parte en íntima cooperación con el ecosistema que los define, y los ecosistemas son parte en íntima cooperación mía. Si te cuesta verme como Gaia, es porque los humanos tenéis conciencia sólo de lo que llamáis “uno mismo”, un eslabón intermedio, que debería pertenecerme. Pero no, en vuestra “civilización” os comportáis como una célula cancerosa. Funcionáis como un cáncer, ni siquiera entre vosotros lo hacéis a través de la íntima cooperación entre vosotros.



10ª Parte. Gaia, neodarwinismo y la espiritualidad humana

Siempre me ha llamado la atención el debate de la teoría de la evolución de Darwin con las religiones monoteístas.

En los dos últimos siglos se estableció una idea de profundo calado: las especies han ido evolucionando sobre la Tierra durante muchos millones de años. Hipótesis científica primero que ya en el siglo XIX se convirtió en un hecho observacional, una realidad. Hoy negar ese hecho es como sostener que la Tierra es plana.

Sin embargo, surgió una fuerte oposición que databa ya desde al menos los tiempos de Galileo. Las "biblias" judía, cristiana y musulmana, los monoteísmos occidentales, habían dado un carácter especial al ser humano como centro de la creación divina y su dios intervenía

continuamente, preocupado, en los asuntos humanos. Así que era lógico que la Tierra ocupara el centro del Universo. Y que los hombres fueran una creación especial de su dios o dioses.

Costó muchos siglos cambiar esta visión. Primero resultó que la Tierra no era plana, luego que existían objetos astronómicos demasiado parecidos a la Tierra, que incluso no se veían a simple vista (las lunas de Júpiter). ¿Para qué iba a crear Dios objetos que no se veían por las personas? Estos hechos no encajaban bien con ese antropocentrismo tan característico de las habituales interpretaciones de estas religiones. Pero desde Galileo y sus lunas jupiterianas, hasta la teoría del Big-bang, pasaron el suficiente número de siglos como para irlo asimilando, en teoría.

El Universo es gigantesco hasta un grado difícil de imaginar: si la Tierra fuese del tamaño de un punto de este escrito, el Sol sería como la pupila del lector y estaría el doble de lejos de lo que se halla ahora respecto de este punto. La siguiente pupila, la estrella más cercana, estaría a unos 300

kilómetros, pero habría más de 100.000 millones de pupilas-estrellas girando en torno al centro de nuestra galaxia, aproximadamente tantas estrellas como humanos hemos sido. Y en el universo hay más de 100.000 millones de galaxias de pupilas-estrellas. Hoy calculamos que una de cada tres estrellas puede tener orbitando planetas. ¿Cuántos contienen vida? ¿Una de cada millón? Seamos pesimistas. Supongamos que sólo una estrella de cada cien mil millones contiene vida en su sistema. Eso significaría que probablemente estaríamos solos en nuestra galaxia. Pero aun así, ese dios creador e interventor tendría que trabajar con cien mil millones de planetas con vida.

Los cristianos, si interpretan literalmente sus textos, no lo tienen fácil, pues sostienen que su dios mandó a su único hijo precisamente a la Tierra, a este puntito perdido en el espacio, para salvar a una especie entre los miles de millones que han existido, existen y existirán. ¿No hay extraterrestres autoconscientes como lo son los bonobos, los delfines y los elefantes al menos?

Así que mejor pensar que la vida inteligente es un milagro, aunque no se entienda para qué crear el resto del Universo. Son cosas no fáciles de digerir.

Pero luego llegaron los primeros evolucionistas. A finales del siglo XVIII científicos europeos comenzaron a pensar que la Tierra era muy longeva (lo que no encajaba con la idea de que el mundo se creó hace 6000 años en una interpretación literal de la Biblia) y que las especies vivas evolucionaban unas de otras, en un proceso que nos conduciría a uno o unos pocos antepasados (bacterias, sabemos hoy) comunes a todos. Es decir, el ser humano era un recién llegado pues el *Homo sapiens* existe desde hace unos 150.000 años y la vida desde hace más de 3.500 millones de años. Un recién llegado que había surgido de algo similar a los monos.

No sólo la ciencia nos había echado de ocupar el centro espacial del universo, sino que nos estaba echando de ocupar el centro temporal.

Además, no se necesitaba que dios interviniera en cada paso, bastaba con que creara el universo y sus leyes.

“Todos somos ateos respecto a la mayoría de los dioses en los que la humanidad ha creído alguna vez. Algunos simplemente vamos un dios más allá”.

- Richard Dawkins

“Duda de todo. Encuentra tu propia luz.”

- Gautama Buda

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Así que los creyentes "literales", o cerraban los ojos a la ciencia, o se enfrentaban a ella o trataban de adaptar sus creencias iniciales. Y las tres estrategias se han dado y se siguen dando.

Pero llegó Darwin y luego el neodarwinismo.

Darwin, no olvidemos que su formación era la de pastor anglicano, estableció una teoría científica que trataba de explicar el hecho evolutivo: la teoría de la selección natural. Esta teoría triunfó sobre otras anteriores a ella no solo por méritos científicos sino porque fue apoyada por gente muy poderosa de Inglaterra, el país más poderoso entonces del mundo. Uno de los que con más ahínco la defendió fue Thomas Huxley, quien acuñó para sí el término "agnóstico". Las ideas de Huxley, Darwin y otros eran herederas de una tradición en las ciencias físicas que podríamos llamar mecanicismo: la metáfora de ver el mundo como una gran máquina regida por leyes deterministas. El darwinismo encajaba como un guante con esta visión, pero sobre todo encajaba con las justificaciones que el Imperio británico

necesitaba para imponer la economía capitalista al resto del mundo.

La frase que mejor recoge esa forma de ver el mundo es la del empresario Rockefeller: "El crecimiento de un gran negocio no es más que la supervivencia del más apto (...); sólo es la manifestación de una ley de la naturaleza y una ley de Dios". La ley de la naturaleza que había descubierto (se supone que) Darwin era para un creyente una ley divina. Se justificaba así el capitalismo más duro.

Y la realidad es ésta: para un creyente coherente con su religión asimilar los postulados del neodarwinismo es muy difícil, ¿por qué?

En la naturaleza los seres vivos tienen más descendencia que la que puede sobrevivir. Tenderán a sobrevivir los más aptos para hacerlo. Estos transmitirán sus genes a las siguientes generaciones. Es una lucha sin cuartel que sobre la Tierra lleva ocurriendo durante más de 3500 millones de años para todas las formas de vida, y para la mayoría de las aproximadamente 10.000 generaciones humanas que han existido.

El neodarwinismo describe un mundo-máquina sin propósitos, salvo el de sobrevivir a toda costa. Esas máquinas son egoístas por naturaleza; en su extremo más ruín hablamos de "genes egoístas", popularizados por Richard Dawkins, un ateo más bien beligerante.

Cualquier creyente debe reconocer sin tapujos, o bien que la teoría neodarwinista es una mala teoría para describir la realidad, o que su dios creó el universo con unas leyes "humanamente" crueles. Debería preguntarse por qué su dios nos hizo tan egoístas, tan competitivos, por qué el mundo está hecho sólo para los mejores en la lucha por la supervivencia. O volvemos al Yahvé cruel y vengativo de muchos pasajes del Antiguo Testamento o descartamos la teoría de Darwin.

¿Pero podemos hacerlo?

Por supuesto, los neodarwinistas han estafado sistemáticamente a los creyentes de estas religiones, convenciendo a los más moderados y razonables de entre ellos de que la religión no debe oponerse a su teoría (que es Ciencia con mayúsculas)

porque, como pasó con Galileo, tendrán la batalla perdida (por ejemplo, la iglesia anglicana ha pedido perdón a Darwin). Los neodarwinistas se las han apañado para ignorar cualquier otra teoría científica que no fuera la suya, hasta el punto de que han creado una especie de fe, de religión atea, que se fundamenta en que a una teoría científica (repito, a una *teoría*) se la trata como si fuera un hecho experimental.

Una cosa es la evolución de las especies y otra es la teoría que trata de explicarla. No existe ninguna teoría científica que sea verdad: las teorías científicas interpretan la realidad, pero no son Verdad. Afirmar lo contrario es argumentar dogmáticamente, como lo hace una religión. Por eso digo que aquellos neodarwinistas que creen que su teoría es la Verdad han convertido su teoría en religión atea (el caso de Dawkins).

"Gaia es un concepto religioso y científico a la vez, y es manejable en ambas esferas".

- James E. Lovelock -

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Esto significa que uno tiene derecho a oponerse como humano y como científico a una teoría que viole sus más profundas creencias.

El problema es que la mayoría de los religiosos que lo han hecho han opuesto a los neodarwinistas la lectura literal de la Biblia; diálogo de sordos en el que ninguno podía tener razón. Los literalistas de la Biblia porque se dan de bruces no con teorías científicas, sino con hechos observacionales, y sus teorías "científicas" no suelen tener ni pies ni cabeza como tales.

Insisto, si el dios creador hizo las leyes neodarwinistas, es un dios que no merece la pena como ser supremo. A mí, sin su poder, se me ocurren muchas más formas de construir mundos y seres regidos por leyes más "humanistas", menos crueles, menos egoístas, más amorosas; sin ir más lejos, la teoría Gaia orgánica.

Así que toda persona que crea en un dios creador más dado al amor que al sarcasmo debería preocuparse por rechazar el neodarwinismo, y si es un científico, por buscar una teoría alternativa que encaje más con sus

creencias. O plantearse seriamente renunciar a ellas.

Pero mecánico o no el mundo, de nuevo los hechos se empecinan contra la creencia en un dios creador amoroso que singulariza sólo al ser humano: el tamaño del universo, una evolución de seres vivos que seguirá su curso cuando la especie humana deje de existir, terremotos, discapacitados genéticos, animales y personas que nacen con taras dolorosas y que en horas, semanas o años mueren sin haber sentido otra cosa en su corta vida que la sensación del dolor. Esto son hechos, no teorías, difíciles –para mí imposibles– de encajar con ese dios creador amoroso.

Entonces, ¿nos quedamos sin espiritualidad? ¿Cuál es la fuente de ética y moral, un simple contrato social? Y si fuera así, ¿para qué, si no encontramos sentido a nada? ¿Qué más da, qué más da todo si el universo nos ningunea, si no encontramos ninguna base para la trascendencia?

Hasta ahora hemos hablado de las religiones occidentales. ¿Qué pasa con las demás religiosidades?

De nuevo, todas aquellas que hundan sus raíces en singularizar de forma especial al ser humano –por ejemplo la Iluminación de Buda y unos poquitos más seres humanos– vuelven a chocar con la inmensidad del cosmos y la temporalidad de la humanidad.

Es cierto que la autoconciencia humana es una característica que nos hace especiales. Pero quizás no tanto como creemos. Primero, porque no sabemos cuál es ese grado de autoconciencia en delfines, ballenas, simios, elefantes y algunas personas con elevada discapacidad mental comparado con el humano “normal”. ¿Es una cuestión de grado o cualitativa? Cuidado con lo que creemos, no vaya a ser que la ciencia nos vuelva a descentrar.

¿Y en un futuro? ¿Pueden llegar a existir organismos, por vía de las orquídeas, dentro de 500 millones de años, tan superiores a nosotros como nosotros nos creemos de las amebas?

¡Qué terrible y maravillosa es la evolución!

¿Y en los otros 100.000 millones de planetas? ¿Y dentro de otros 10.000 millones de años?

Es hora de que las religiones, y cualquier espiritualidad, comiencen a pensar en esos términos.

A través de las lentes de Gaia (IX)

“Soy cada uno de los copos de nieve que blandamente caen sobre nieve cada uno con su hermosa unicidad hexagonal, soy cada gota de rocío brillando sobre una hoja verde o el hilo de una tela de araña al amanecer, soy cada fotón amarillo atrapado por una molécula de clorofila y reconvertido en otros veinte después de ser compartido en una cascada casi mágica que te incluye a ti, soy cada molécula de nitrógeno fijada en un rizoma ayudando a formar esa esponja que llamas suelo y que yo llamo piel, soy cada tormenta perdida entre el laberinto de hojas y ramas de un bosque de mil tonos verdes, soy cada marea que cubre y descubre al gusano en la arena en mil playas donde intercambio mil moléculas entre océanos, suelos y aire, soy cada una de las tensiones de los músculos en cada salto de la carrera de un guepardo a 100 Km/h, soy cada pluma blanca jamás posada del albatros viajero, soy cada virus y bacteria que son semilla de lluvia y que viajan con ellas en alas del viento, soy cada molécula de tu cuerpo compartida con el *Homo antecesor* y el *Homo gaiano* de dentro de diez mil años, soy cada nota de música que se eleva del canto de un pájaro perdido en la selva más inaccesible, soy cada grano del granito que pisas y tu sonrisa cuando de niña mirabas a tu madre...”

Teoría Gaia orgánica: una introducción

Ahora entremos con la teoría Gaia orgánica:

Gaia es un superorganismo. Gaia es la entidad más elevada que evoluciona en la Tierra. Para Gaia somos indiferentes o casi. Como para mí son casi indiferentes las células de mi piel que voy renovando cada semana. Gaia no es una diosa, no hay problema con que sea casi cruel con nosotros.

Pero Gaia lleva viva muchos cientos de millones de años y es posible que viva otros cientos de millones de años más. Quizás está sola en la Galaxia, o quizá hay muchas otras como ella. En cualquier caso podrá con el tiempo reproducirse en otros planetas; de hecho, probablemente la vida no surgiera *ex novo* en la Tierra, sino que procedería del espacio exterior; alguien se reprodujo aquí.

Quizás, un día, miles de millones de gaisas interaccionen tan intensa y coordinadamente entre ellas que formen una macro-Gaia de tamaño galáctico: Galaxia.

Quizás un día miles de millones de "Galaxias" se coordinen en una macro-Galaxia, para formar "Universo". Ese día, Galaxia y Universo estarán tan alejados de los humanitos como nosotros lo estamos de una de nuestras moléculas de hemoglobina.

Entonces, ¿dónde queda la espiritualidad humana?

Habría que dignificar el papel de las moléculas de hemoglobina en ese concierto que será un día el Universo.

¿Y para andar por casa en estos tiempos de civilización convulsos?

Bueno, habría que respetar primero a Gaia y luego integrarse de nuevo en ella. Religarse a ella, ¿amarla? Y recordar que religión y religar tienen la misma raíz.

"A veces creo que hay vida en otros planetas, y a veces creo que no. En cualquiera de los dos casos la conclusión es asombrosa".

- Carl Sagan -

Gaia

"La materia que un día es mía, que pertenece a mi cuerpo, otro día pertenece al río y al viento, y al otro a las aves y los árboles; y a la vez yo me reconstruyo con ellos, a través de ellos. Nuestros hilos conductores son distintos, pero juntos formamos un cojín de colores que cambian continuamente. Y el cojín, como un todo, es lo único que no cambia, es el que nos da a todos vida y sentido, a él pertenecemos y él nos proporciona todo. Ese cojín es lo que llamamos Gaia..."

- Simay -

Bibliografía que se recomienda:

- **James Lovelock:**

Gaia. The practical science of planetary medicine. Oxford University Press, 2000

- **Lynn Margulis:**

Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución. Editorial Debate, Madrid 2002

- **Carlos de Castro:**

El origen de Gaia. Una teoría holista de la evolución. Editorial Abecedario (2008) (descatalogado), Editorial Libros en Acción (2020) (reedición revisada).

Reencontrando a Gaia. A hombros de James Lovelock y Lynn Margulis. Ediciones del Genal, Málaga 2019

- **Érawan Aerlyn:**

El Oráculo de Gaia. Editorial Bubok. (novela)

Iv. Ediciones del Genal y Touda. (novela)