

Objeciones y ventajas de incluir a la teoría Gaia en la síntesis moderna

Luis Fernando Casillas García¹ y Alejandro Corona Mariscal²

¹ Estudiante de la licenciatura en biología de la División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Contacto: lfcasillas@hotmail.com.

² Estudiante de la licenciatura en biología de la División de Ciencias Biológicas y Ambientales. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Contacto: coronalex92@hotmail.com.

Resumen: En la biología actual se puede encontrar diversidad de teorías: algunas funcionan como complementarias y otras como rivales. La más aceptada de todas ellas es la teoría sintética de la evolución, mientras que Gaia, otra teoría dentro de la biología, ha sido desplazada y ridiculizada por los científicos que no son adeptos a ella; impresa de un gran carácter metafísico, ha sufrido las más duras críticas de la comunidad científica en general. Sin embargo, ha sido mal interpretada, dadas las precisiones éticas hechas por James Lovelock, mismo autor de la teoría. Este trabajo plantea extraer los enunciados básicos de la teoría Gaia y empararlos con los de la teoría sintética de la evolución, teniendo como resultado un posible nuevo episodio de síntesis que describe con mayor detalle los mecanismos de la dinámica planetaria.

Palabras clave: Contrastación. Poder heurístico. Ciencia planetaria. Sistema. Atmósfera. Equilibrio. Gaia. Teoría sintética.

Abstract: In the contemporary biology we can find a lot of theories, some of them are complementary and other ones are rivals. The most accepted is the synthetic evolution theory. Gaia is another theory, which has been ridiculed by the scientific community. However it has been misinterpreted, because of the ethical precisions done by James Lovelock, author of the theory. This work propose take the basic statements from Gaia, and contrast them with those from the synthetic theory, getting as result a new episode of synthesis, which describes better the planetary dynamics mechanisms.

Key words: Contrasting. Heuristic power. Planetary science. System. Atmosphere. Balance. Gaia. Synthetic theory.

Introducción

¿Somos libres o estamos determinados? Es una cuestión vigente. Aun revisando cómo se ha abordado esta pregunta a través de la historia de la filosofía, y recientemente desde las neurociencias, no podemos decir con certeza que haya una respuesta definitiva. Continúa abierto el debate. Este trabajo está dedicado a la identificación de los enunciados centrales de la teoría Gaia y de la teoría sintética de la evolución, esto para confrontarlas entre ellas y contrastar a Gaia con los eventos, a fin de determinar la solidez y el poder heurístico de su programa de investigación.

Esta idea sistémica de la Tierra no es algo nuevo, había sido sugerida por Redfield, Hutchinson y Lars Gunar Sillen (Bateson, et al. 1987), aunque tampoco había sido tomada en serio, al igual que la sugerencia hecha en *Scientific American* de que “la Tierra no llegó a ser habitada por lo que es, sino que llegó a ser lo que es por estar habitada” (MUNN & CO., Editors and Proprietors, 1875). Es decir, que no fueron el clima ni las condiciones de la Tierra (como su posición en el espacio) los que permitieron directa y únicamente que fuera habitada por los organismos que hoy conocemos, que la biosfera no se adecuó a las condiciones de la Tierra y es resultado de éstas, sino que la Tierra tiene las características que tiene por las modificaciones que poco a poco fueron haciendo los organismos para, de ese modo, haber influido de una manera muy fuerte en las condiciones actuales no sólo de la biosfera, sino también de la atmósfera, litosfera e hidrosfera.

La teoría Gaia, tal cual es en la actualidad, comenzó a ser desarrollada por James Lovelock en el año de 1965, durante su participación en el programa de la NASA para encontrar vida en Marte. Empezó a formular la teoría en el *Jet Propulsion Laboratory* junto con su colega Dian Hitchcock (Bateson, et al. 1987). Ambos diseñaron una forma general de experimento para la detección de vida: una que reconociera la vida en la forma que fuese, pues les parecía inapropiado buscar formas de vida similares a las de la Tierra en un planeta que no se parece en absoluto a éste. Así, ambos plantearon la posibilidad de buscar incoherencias en la composición química de la atmósfera planetaria y en la superficie para ver si había sustancias o procesos inexplicables para la química inorgánica.

Esta posibilidad es una consecuencia del desarrollo de la idea de que la vida se vería obligada a utilizar la atmósfera como fuente y depositaria de materias primas y también como medio conveniente para el transporte de sus productos. Tal aprovechamiento de la vida sobre la atmósfera se vería reflejado en los cambios en la composición química, que serían improbables como consecuencia de los procesos fortuitos de la química de lo no vivo.

Siguiendo con este estado rudimentario de la teoría Gaia, con información de la composición atmosférica de Marte dada por observaciones astronómicas

hechas con un telescopio equipado con un interferómetro múltiple (con capacidad de proporcionar un análisis preciso de los gases de la atmósfera del planeta), se tuvo como consecuencia la primera predicción de la teoría en 1968: Marte no tiene vida. Esta predicción fue contrastada y obtuvo evidencia a su favor por medio de la misión *Viking*, que consistió en dos sondas no tripuladas enviadas a Marte, centradas en estudios biológicos del planeta rojo.

La oposición más fuerte que ha sufrido la teoría Gaia ha sido la postura de los neodarwinistas, defensores de la teoría sintética de la evolución. Esta teoría es la más adoptada entre los científicos contemporáneos, y en ella se asume que la composición del planeta se puede describir adecuadamente con las leyes de la física y la química, que el clima es una consecuencia de la posición en el espacio de la tierra alrededor del sol y que la biosfera es meramente una espectadora adaptada a estas condiciones. Esta visión sintética se contrapone a la visión sistémica de Gaia.

La teoría sintética de la evolución surgió a partir de la visión evolucionista marcada por Darwin (1859), en conjunto con las leyes genéticas de Mendel. Esta teoría ha absorbido otras hipótesis emergentes que le han aportado más evidencia, tales como: el neutralismo de Moto Kimura, evolución del desarrollo basada en las sugerencias hechas por Haeckel, la estructura molecular descrita por Watson y Crick, entre otras que no consideramos por ser parte de la heurística positiva (Lakatos, 1970).

El debate entre los neodarwinistas y los autodenominados geofisiólogos (defensores de la teoría Gaia), se ha centrado principalmente en temas secundarios a sus proposiciones básicas. Un ejemplo de esto es la definición de vida y si la tierra está viva. Consideraremos de baja importancia ese debate y lo abordaremos únicamente si es necesario. Así como también nos mantendremos distantes de las concepciones éticas y metafísicas que rodean ambas teorías.

Desarrollo

Tradicionalmente se ha manejado que estas dos teorías se contraponen principalmente en lo que respecta a la mecánica planetaria y al proceso evolutivo. Ninguna niega que ambos existan, pero el desarrollo de los dos para cada teoría es distinto. Para poder esclarecer esto, es necesaria la identificación de los enunciados básicos de cada teoría. En primera instancia tenemos los enunciados básicos o la heurística negativa (Lakatos, 1970) extraídos del programa de investigación Gaia:

1. Un planeta que no contenga vida o que contenga vida en un estado incipiente tendrá una composición atmosférica cercana al equilibrio químico. Un planeta que contenga vida tendrá una composición atmosférica inestable y reactiva.

2. El sistema Gaia está formado por la biosfera, hidrosfera y atmósfera; integra todos los organismos vivos del planeta y los factores abióticos, delimitado por el manto y el espacio exterior.
3. El sistema Gaia completo regula o mantiene de manera fortuita el clima¹ y la composición atmosférica, a un nivel óptimo para sí mismo.
4. Los organismos vivos junto con los factores físicos y químicos del sistema Gaia forman un único proceso evolutivo que es autorregulador.
5. Cualquier especie que afecta negativamente al sistema, haciéndolo menos favorable², a la larga se extinguirá; al igual que los miembros menos adaptados de una población no pasan el examen del estado físico evolutivo.

Seguiremos ahora con los enunciados identificados de la teoría sintética de la evolución o su heurística negativa (Darwin, 1859) (Lewin, 2008) (Piñero, 1996) (Michaux, 2010):

1. Las especies no son estáticas, sino que evolucionan, cambian continuamente, se extinguen unas y se originan otras.
2. El proceso evolutivo es gradual y continuo, no consiste en súbitos o discontinuos.
3. Los organismos semejantes están emparentados y descienden de un antepasado común.
4. El agente causal de la evolución es la selección natural, que a su vez depende de la presencia de variación en la población.
5. La deriva génica es una fuerza evolutiva que separa, elimina o fija alelos.
6. Los caracteres se heredan por medio de los genes.
7. Los genes codifican uno o varios polipéptidos.
8. La mutación, meiosis y conjugación provocan variación en los organismos.
9. La mutación es el inicio de una adaptación.
10. La acumulación de mutaciones provoca adaptación y éstas, a su vez, en algún punto provocan especiación.
11. La distribución geográfica de las especies está determinada por las características de los ecosistemas circundantes.

¹ Por clima debe entenderse temperatura, vientos, humedad y presión atmosférica.

² Por menos favorable debe entenderse la perturbación del estado óptimo de las condiciones del sistema.

Así pues, parece ser que el único punto en conflicto entre ambas teorías son los enunciados sobre la relación entre la evolución biológica de los organismos y los factores ecosistémicos. Siendo “G” un indicador para referirnos a los enunciados de Gaia y “S” a los de la teoría sintética, seguido por el número del enunciado, podemos decir que:

Del enunciado G4 perteneciente a la teoría Gaia se deduce que el proceso evolutivo de los organismos incide en los factores químicos y físicos del sistema, transformándolos; estos a su vez modifican el proceso evolutivo. Por lo que $a \rightarrow b$, siendo a el proceso evolutivo de los organismos y b la modificación de las condiciones del sistema, implica también $b \rightarrow a$.

Del enunciado S11 se sigue que la evolución de los organismos está determinada por los factores físicos, químicos y biológicos de los ecosistemas. Por lo que $d \rightarrow a$, siendo d las condiciones del ecosistema.

Ahora bien, si consideramos que las condiciones de los ecosistemas no son estáticas, e igualamos los conceptos de ecosistema y sistema por tener los mismos componentes, podríamos decir que $b = d$, siendo también $a \rightarrow d$, quitando así esta aparente contradicción.

Si esto es así, y no encontramos más aparentes contradicciones en los enunciados básicos de ambas teorías, podríamos inferir que no todos los enunciados tratan de lo mismo. Y en los que se encontraba una aparente contradicción hemos visto que no la hay en realidad. Unificando de esta manera ambas teorías, queda claro que el resultado posee coherencia interna.

Aun así la coherencia entre estas dos teorías no es el único problema, pues el debate histórico se ha desviado incluso hacia la definición propia de vida. Para la teoría Gaia se considera que un organismo vivo es un sistema limitado, abierto a un flujo de materia y energía, capaz de mantener su medio interno constante en composición, así como su estado físico intacto en un sistema cambiante; también puede mantenerse en homeóstasis. Para los neodarwinistas, en cambio, la vida es una propiedad de las entidades moleculares orgánicas que les permite crecer y reproducirse, por lo que cualquier error de reproducción se corrige a través de la selección natural (Lovelock, 1991).

Ante esto hemos de considerar apropiada la sugerencia de Lovelock, donde argumenta que es posible ver a Gaia como un organismo no vivo, pero es útil verlo como algo especial, capaz de regularse de alguna forma, así como lo hacen los organismos vivos. Lo cual nos lleva a oponernos a la idea de que esta diferencia entre definiciones sea irreconciliable, y a dejar este problema de lado, no por considerar de poca importancia calificar al sistema Gaia como un organismo vivo o no, sino por la importancia de las consecuencias derivadas de la consideración de un sistema similar a uno vivo.

Para dar solidez a la propuesta de unificar estas teorías mostraremos algunas de las verificaciones que ha tenido el apartado Gaia, esto ante la posible objeción de considerar inapropiado unir las dos teorías (Gaia y sintética) por la limitada capacidad actual de confirmar las predicciones de Gaia.

En el año de 1987 se comprobó que las algas marinas fabrican compuestos que pueden transferir elementos esenciales de los océanos a la atmósfera. En 1990, con referencia en lo pasado, se encontraron los compuestos de yoduro de metilo, gas sulfúrico y dimetil sulfato, que al estar en la atmósfera forman nubes. Al formar nubes, se reduce la radiación solar sobre el océano, lo que a su vez reduce las poblaciones de algas que, al disminuir, producen menos de estos compuestos, formando así menos nubes y ocasionando una mayor proliferación de las mismas algas. Este es un ejemplo de la autorregulación sugerida por Lovelock.

En 1981 se sugirió que el clima puede ser regulado por el control de dióxido de carbono a través del control de la erosión biológica de las rocas. En 1989 se encontró evidencia a favor, al demostrarse que los microorganismos aumentan enormemente la erosión de las rocas. En 1988 se aportaron datos sobre la composición atmosférica del periodo arcaico que estaba dominada por el metano, cosa que cambió en la explosión cámbrica con la presencia del oxígeno que se ha mantenido en un 21% del total de gas en la atmósfera, con una variación de 5% arriba o abajo (Margulis, 2001).

No obstante, la evidencia que se tiene a su favor es poca, únicamente contamos con los planetas accesibles por nuestra tecnología actual pero no consideramos que tengamos que rechazar la teoría por completo a causa de estas limitaciones, pues ha tenido resultados favorables en las predicciones sobre Venus, Marte y Júpiter (Bateson, et al. 1987).

Otra objeción a esta teoría ha sido formulada desde la astrobiología, pues se dice que se podría encontrar un planeta con organismos radicalmente diferentes a los terrestres, y que entre sus diferencias estén sus desechos, que podrían ser arrojados a la atmósfera y no causar gran diferencia, no siendo reactivos, sino manteniendo el equilibrio químico (Mix, 2009).

Esta objeción afecta al enunciado G1, pero habremos de asumir que ese hipotético planeta es una hipótesis falsadora para la teoría, lo cual no la afectará negativamente hasta que no se encuentre evidencia a su favor (Popper, 1962). Y aun así, no tendríamos que rechazar inmediatamente esta teoría hasta no desarrollar una mejor que no sólo incluya esa anomalía sino que también que describa lo que describe ésta; sufriría una reducción en su universalidad, pero podría seguir siendo adecuada para la descripción del mecanismo terrestre.

Conclusiones

Con base en lo anterior hemos sugerido que estas dos teorías no son rivales, pues hablan a niveles diferentes de organización biológica. Los puntos en los que se traslapa su contenido no son contradictorios, sino parte de lo mismo. Por lo que podemos unificar las dos teorías y tener como resultado un programa de investigación más amplio, con un poder heurístico mayor comparado con el de cada una por sí sola.

También se ha expresado la poca importancia de la conceptualización de vida, dando foco no a la definición en sí, sino a las consecuencias de considerar los enunciados que conformarían la teoría, sea considerado el sistema como vivo o no.


Por tanto, la rivalidad entre los adeptos de una y otra teoría no es por contraposición de su programa de investigación, sino por la mala interpretación de los enunciados básicos de Gaia, que puede deberse a la concepción ética-metafísica introducida por el mismo Lovelock (como afirmar que el planeta está enfermo y él es el doctor) (Lovelock, 1991).

Estas proposiciones se muestran consistentes entre ellas y proponemos manejarla como una sola en la medida en que sea útil para hacer predicciones, fuera o dentro del planeta, utilidad como la que ha venido mostrando en el área de conservación biológica; además de que debería ser considerada al hacer predicciones de impacto ambiental para considerar las afectaciones en regiones que aparentemente no están influenciadas entre ellas. Así, justificamos el episodio de síntesis no únicamente por el análisis de sus componentes, sino por las consecuencias que podría tener para la conservación; aunque aceptamos que es irrelevante llamar Gaia al sistema y que, incluso, podríamos llamarlo sistema Tierra para evitar concepciones metafísicas.

Por el carácter absorbente y la intención de unificación con la que fue concebida la síntesis moderna, seguiremos llamándola teoría sintética, pero aclarando que su contenido es el de después del episodio de síntesis causado por Gaia, es decir, los enunciados de la síntesis moderna y Gaia como una sola teoría, conformada por los siguientes enunciados básicos:

1. Un planeta que no contenga vida o que contenga vida incipiente tendrá una composición atmosférica cercana al equilibrio químico. Un planeta que contenga vida tendrá una composición atmosférica inestable y reactiva.
2. El sistema Tierra está formado por la biosfera, hidrosfera y atmósfera; integra todos los organismos vivos del planeta y los factores abióticos, delimitado por el manto y el espacio exterior.
3. El sistema Tierra completo regula o mantiene de manera fortuita el

- clima y la composición atmosférica a un nivel óptimo para sí mismo.
4. Los organismos vivos junto con los factores físicos y químicos del sistema Gaia forman un único proceso evolutivo que es autorregulador. La distribución geográfica de las especies está determinada por las características de estos mismos factores del sistema Tierra.
 5. Cualquier especie que afecta negativamente al sistema, haciéndolo menos favorable, a la larga será extinta; al igual que los miembros menos adaptados que no pasan el examen del estado físico evolutivo.
 6. Las especies no son estáticas, sino que evolucionan, cambian continuamente, se extinguen unas y se originan otras.
 7. El proceso evolutivo es gradual y continuo, no consiste en súbitos o discontinuos.
 8. Los organismos semejantes están emparentados y descienden de un antepasado común.
 9. El agente causal de la evolución es la selección natural, que a su vez depende de la presencia de variación en la población.
 10. La deriva génica es una fuerza evolutiva que separa, elimina o fija alelos.
 11. Los caracteres se heredan por medio de los genes.
 12. Los genes codifican para uno o varios polipéptidos.
 13. La mutación, meiosis y conjugación provocan variación en los organismos.
 14. La mutación es el inicio de una adaptación.
 15. La acumulación de mutaciones provoca adaptación y éstas, a su vez, en algún punto provocan especiación.

Siendo así, se obtiene una descripción más detallada de la mecánica planetaria de la Tierra y su relación con la presencia de organismos abundantes que con su metabolismo impactan la composición y regulación atmosférica, llegando a un nivel de descripción más amplio en el núcleo más sensible de la teoría sintética. 

REFERENCIAS

- Bateson, G. e. (1987). *Gaia, implicaciones de la nueva biología*. Barcelona: Kairós.
- Darwin, C. (1859). *El origen de las especies*. México D.F.: Bruguera.
- Dawkins, R. (1982). *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press.
- Lakatos, I. (1970). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- Lewin, B. (2008). *Genes IX*. México DF: Mc Graw Hill.
- Lovelock, J. (1991). *Gaia, una ciencia para curar el planeta*. Barcelona: Integral.
- Margulis, L. (2001). *El origen de la célula*. México DF: Reverté S.A.
- Margulis, L. (2003). *Una revolución en la evolución*. Valencia: Universitat de Valencia.
- Michaux, B. (2010). Biogeology of Wallacea: geotectonic models, areas of endemism, and natural biogeographical units. *Biological Journal of the Linnean Society*, 101, 193-212.
- Mix, L. J. (2009). *La vida en el espacio*. Barcelona: Crítica.
- MUNN & CO., Editors and Proprietors. (1875). The organic origin of the Earth's crust. *Scientific American*, 352.
- Piñero, D. (1996). *De las bacterias al hombre: la evolución*. México DF: Fondo de Cultura Económica.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos.

Recibido: Octubre 10, 2014. Aceptado: Mayo 22, 2015