

Filosofía de la naturaleza y de la sostenibilidad: un conocimiento renovado para el siglo XXI¹

Ignacio Ayestarán y Álvaro García

Departamento de Filosofía / Filosofia Saila

Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

E-mail: ignacio.ayestaran@ehu.es

1. Physis: génesis de una filosofía

La realidad de la naturaleza ha experimentado un cambio, que a veces ha pasado inadvertido, a través de los últimos siglos y muy especialmente en las últimas décadas, debido en ocasiones a las transformaciones ambientales y ecológicas de nuestro planeta. Empezaremos diciendo que la palabra “ecología” es un neologismo acuñado en 1869 por el biólogo y filósofo alemán Ernest Haeckel a partir de dos vocablos griegos: “*oikos*”, que significa “casa”, y “*logos*”, que se traduce comúnmente por “ciencia”. Así, pues, “ecología” es literalmente la ciencia o el estudio de la casa, donde “casa” es el planeta en su totalidad, es decir, nuestro hábitat, el lugar en el que habitamos, dado que, como especie, no estamos capacitados para vivir de forma permanente fuera de la Tierra. Sin embargo, a pesar de la aparente novedad de la reflexión que cae bajo el dominio semántico de este concepto de “ecología”, lo cierto es que en la Grecia de los siglos VI y V a.C. se tenía una idea de los procesos naturales o de la *physis* que todavía merece ser examinada. Si bien carecían de término para definir su interés por los procesos naturales (en todo caso se enmarcaba en el campo de la “*Peri Physeos Epistemes*”), el estudio de sus textos nos ha revelado la afinada precisión conceptual que manejaban para referirse a procesos que en nuestros días muchos científicos se afanan en explicar. Cuando aquí hablamos de Grecia no nos referimos únicamente a los filósofos presocráticos, sino a toda una cosmovisión compartida por la sociedad entera, según la cual los espacios naturales desprovistos del impacto de la mano del hombre se erigían como santuarios de los dioses o templos de la divinidad. Este carácter sagrado

¹ Trabajo realizado dentro del proyecto de investigación UNESCO08/20, financiado por la Cátedra UNESCO de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la UPV/EHU.

de la naturaleza, compartido por muchas las culturas de la antigüedad, redundaría en la imperturbabilidad de los lugares de vida de los dioses y, en definitiva, en la conservación de estos espacios. Pero más allá de este sentido religioso, que es el menos interesante para nosotros en este momento, hay una idea de naturaleza o *physis* genuinamente griega que vamos a exponer a continuación.

Para un griego *physis* es “la realidad primaria, autosustante, de procesos objetivos, necesarios y finalísticos”, de acuerdo con la interpretación de José Ramón Arana (2005 y 2008) que seguiremos en la siguientes líneas. Bajo esta aserción descansa una ancestral forma de concebir el orden del universo que aún está presente en algunos presupuestos de las ciencias naturales. En primer lugar, la naturaleza se entiende como algo primigenio a partir de la cual se deriva necesariamente todo lo que existe. Añadiremos a este enunciado que todo en la naturaleza está en constante cambio: no existe la quietud eterna o instantánea. Según esto, el resultado de cualquier transformación natural siempre es el mismo: la naturaleza no pierde nada, no se agota, no se vacía. Y ligado a esto podemos concluir que nada de lo que existió, existe o existirá es un agregado para la *physis*; en realidad nada sale nunca de ella, sino que las cosas adoptan diferentes apariencias o diferentes formas de existencia con el tiempo. Es decir, que es autosustante, que no necesita ningún impulso exterior para completar sus procesos (en realidad no hay nada fuera de ella). Como podemos ver, la visión que los griegos tienen de la naturaleza deja entrever cierto materialismo indispensable para la investigación científica.

La *physis* se entiende así como una realidad inconsciente o no consciente -más allá de la personificación de la diosa Gea-, de ahí la objetividad que se atribuye a los procesos naturales. La *physis* no es un ser personal, sino una especie de motor que actúa necesariamente. La necesidad de los procesos se sustenta sobre la base de que la realidad primaria está sujeta a unas leyes propias (esto también puede entenderse como una característica más del ser autosustante). La tarea científica se basa en descubrir el funcionamiento objetivo y necesario de la naturaleza. En este sentido, el trabajo por descubrir esas leyes se identifica con la pregunta de por qué las cosas suceden como suceden y no de otra forma. Pero los griegos fueron más allá. Para ellos la *physis* era también un lenguaje (*logos*) que, además de explicar, había que interpretarlo. Aquí sale a relucir el carácter final de la naturaleza.

Aunque esta concepción de la naturaleza haya perdido fuerza a lo largo de la historia del pensamiento de Occidente, incluso hasta dejarla a un lado por carecer de rigor científico, en la tradición cultural griega esta pregunta es muy pertinente. Hemos de recordar que antes y también durante la eclosión de la filosofía como nueva forma de saber, las preguntas y las respuestas sobre qué es el mundo se formulaban en clave mítica. Haciendo un ejercicio de improvisación, podemos poner el ejemplo de que Zeus hacía chocar las nubes “para” que la lluvia hiciera crecer la siembra y así se alimentara la población, y los fuertes soldados bien alimentados ganaran la batalla contra los espartanos; o también podemos decir que Eolo y Poseidón hacían intransitable el Ponto “para” que las hordas bárbaras no penetraran en la *polis* ateniense y Sócrates pudiera seguir con su discurso.

Estos ejemplos triviales que hacen referencia a los dioses ponen de manifiesto la importancia de los procesos naturales cuando aún estaban personalizados sobre las figuras divinas. Esto no rompe con la idea objetiva y autosustante de la naturaleza, pues los dioses podían ser una parte más de la *physis*, y sólo podían actuar desde dentro de ella, sin vulnerar sus leyes. Las transformaciones que los dioses podían hacer de los procesos naturales, tales como hacer llover o arreciar el viento, son los equivalentes divinos de las transformaciones que el ser humano hace de los elementos naturales, como la habilidad para convertir un árbol en una mesa, o cambiar el curso de un río para evitar inundaciones. Sin embargo, en los círculos intelectuales griegos los procesos naturales ya no estaban personalizados en los dioses y esto está en el origen tanto de la ciencia como de la filosofía -al menos en Occidente-, si tenemos en cuenta que ambas formas de conocimiento y reflexión se erigen en torno al invento del término *physis*, una creación de la ciencia jonia a partir de la llamada Escuela de Mileto y muy especialmente de la obra de Anaximandro (Calvo Martínez 2000, p. 21).

La noción de *physis* parece inicialmente derivar etimológicamente del verbo *phyo* -producir, hacer, nacer-, que presenta el matiz de nacer para sí mismo, es decir, de crecer (Panikkar 1972, pp. 55-56). No obstante, la reflexión sobre la *physis* irá adquiriendo nuevos atributos y diferencias. Una de éstas será la diferencia fundamental entre las teorías sobre la naturaleza de los filósofos presocráticos y las de Parménides y Heráclito: mientras las primeras proponen un principio material para todo lo que existe (fuego, agua, aire, homeomerías, átomos, etc), las segundas no proponen principios

como tales, sino que exponen la *physis* como un sistema, cuyo principio sustentador es el propio sistema, y no una realidad material o un objeto del entendimiento. En el caso de Parménides, la *physis* es *ser*. No dice que el *ser* sea una propiedad de las cosas, sino que las cosas son propiamente *ser*. Y en virtud de su esencia, la realidad tiene unas características concretas, como la unidad o la inmutabilidad, entre otras. En el caso de Heráclito, el cosmos es un *eterno retorno*, un cambio constante y pautado, una lucha entre contrarios. De este modo, las cosas no acaban nunca por concretarse de una forma estable, sino que lo único que permanece es el cambio, y esto es realmente ese motor que llamamos *physis*. No nos interesan ahora las características concretas de cada teoría, sino que debemos prestar atención a la idea subyacente: el elemento esencial que mantiene la existencia del cosmos es un sistema circular, cerrado y hermético, con un balance de ganancia-pérdida igual a cero o de suma cero. Aquí vemos de nuevo las características antes mencionadas: naturaleza como algo primigenio, autosustante, objetivo y finalístico. Este concepto de *physis* irá paulatinamente agregando las propiedades que adquirieron un rango destacado en Grecia y en el pensamiento occidental: 1) *physis* es la materia de que está hecho algo; 2) *physis* es génesis y generación de algo; y 3) *physis* es la estructura o constitución de algo en tanto que resultado final de un proceso natural de desarrollo (Calvo Martínez 2000, pp. 33-35).

2. Gaia: una hipótesis autopoietica

En esta breve arqueología del concepto de la *physis*, la finalidad última de ésta viene caracterizada como el mantenimiento del propio sistema, es decir, en términos más actuales, un cierto tipo de auto-mantenimiento o de proceso auto-sustentado (por usar también la terminología de la sostenibilidad o sustentabilidad). Esta idea suena más próxima a ciertas ramas de la filosofía de la biología donde se utiliza la expresión “autopoiesis” como una definición de vida y también como una descripción de los procesos bioquímicos que suceden dentro de una célula. Lo importante en este tipo de explicaciones es dar a entender que la vida de la célula está asegurada gracias a que sus procesos internos siguen un patrón de actuación, sean cuales sean los componentes que ésta genere. Es decir, que existe un sistema subyacente materializado en orgánulos y reacciones químicas, que sostienen la estructura funcional de la célula.

En esta línea de análisis de los sistemas autopoieticos, podemos hacer referencia a los estudios de la microbióloga Lynn Margulis (2003), quien propone aplicar cinco criterios para hablar de autopoiesis: 1) que se puedan identificar límites alrededor de componentes discretos; 2) que la entidad autopoietica sea un sistema material en el que las interacciones y transformaciones de sus componentes estén determinadas por las propiedades de los componentes; 3) que los límites de la entidad estén determinados por las relaciones entre sus componentes; 4) que los componentes de los límites sean producto de las interacciones y transformaciones de los componentes; y 5) que los componentes del sistema se produzcan por interacciones y transformaciones de los componentes. Así establece la siguiente tabla de clasificación de estos cinco criterios (Margulis 2003, p. 117):

Criterios de la autopoiesis (Margulis 2003, p. 117)		
Criterios	Resumen	Vida actual
Límites identificables alrededor de componentes discretos	Identidad del sistema; materialmente abierto	Células con membrana plasmática
La entidad es un sistema material en el que las interacciones y transformaciones de sus componentes están determinadas por las propiedades de los componentes	Operaciones fisicoquímicas	Metabolismo celular que comprende la regulación iónica en la membrana (K^+ , N^+ , H^+ , OH^- , Cl^-)
Los límites de la entidad están determinados por las relaciones entre sus componentes	Límites automantenidos	El metabolismo celular construye la membrana plasmática
Los componentes de los límites son producto de las interacciones y transformaciones de los componentes	Los componentes son producidos, transformados y organizados por el sistema a partir de fuentes externas	Fuentes externas de C, H, N, O, P, S, etc., organizadas por vías multienzimáticas dirigidas por genes, lo cual mantiene la célula y genera residuos
Los componentes del sistema se producen por interacciones y transformaciones de los componentes	En las interacciones entre los componentes del sistema hay una transducción de energía	La transformación energía/materia se produce por: foto-/químico-, auto-/hetero- o lito-organotrofia

Para Margulis, la entidad autopoietica más pequeña reconocible es una bacteria, mientras que la mayor es Gaia, “el sistema regulador organismos-ambiente en la superficie de la Tierra, constituida por más de treinta millones de especies” (Margulis

2003, p. 116). Siguiendo a Humberto Maturana, Francisco Varela y Gail Rainey Fleischaker, Margulis resume que la autopoiesis se refiere a las propiedades de autocreación y de automantenimiento, pues los sistemas autopoieticos, a diferencia de los meramente mecánicos e inertes, producen y mantienen sus propios límites (membranas plasmáticas, piel, exoesqueletos, corteza, etc.). Dichos sistemas modulan incesantemente su composición iónica y sus secuencias macromoleculares -los residuos de aminoácidos y nucleótidos de sus proteínas y ácidos nucleicos-. Incluso algunos sistemas autopoieticos regulan su temperatura interna. Las propiedades de los sistemas autopoieticos empleadas por Margulis se reflejan en la siguiente tabla:

Propiedades de los sistemas autopoieticos (Margulis 2003, p. 281)		
Propiedad	Aspecto	Ejemplos de correlaciones bioquímicas /metabólicas
Identidad	Límites estructurales; componentes identificables; organización interna	Límites membranosos; ácidos nucleicos, proteínas, ácidos grasos y otros componentes bioquímicos universales de los sistemas vivos
Integridad / operación unitaria	Sistema funcional dinámico e individual	Suma de redes multienzimáticas y sus conexiones con la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas
Autolimites	Estructura limitante producida por el propio sistema	Membranas lipoproteicas; paredes celulares Gram negativas, celulósicas o de otro tipo y sus conexiones con el metabolismo primario
Automantenimiento / circularidad	Estructura limitante y componentes producidos por el funcionamiento del sistema	Lipogénesis, síntesis de carbohidratos, peptidogénesis, síntesis de ácidos nucleicos (polimerización) y sus interrelaciones
Aporte externo de materias primas para los componentes	Aporte externo de H, C, N, O, S, P y otros elementos constituyentes	Enzimas que incorporan CO ₂ , N ₂ , etc. al material celular; ribulosa bifsosfato carboxilasa, succinil caboxilasa, nitrogenasa, etc.
Aporte externo de energía	Aporte de energía luminosa o química: convertible en energía química para enlaces orgánicos	Clorofilas, coenzima F (metanógenos), bacteriorrodopsina, absorción e incorporación de azúcares y de otros compuestos orgánicos en el sistema

La propuesta de Margulis sobre los sistemas autopoieticos viene enmarcada en un programa más ambicioso impulsado inicialmente por el químico atmosférico James Lovelock (véase más extensamente este programa en Ayestarán 2009). Fue este

científico el que recuperó el término Gaia (en referencia a la diosa griega Gea) a fin de estudiar nuestro planeta en su conjunto como un sistema reticular interconectado e interdependiente de procesos geológicos y biológicos. Según su hipótesis originaria, la Tierra es un sistema autorregulado y capaz de mantener un clima constante y habitable para los diferentes organismos vivos que existen, como resultado de la vida y la evolución de sus seres y componentes. Si aproximamos esta hipótesis al lenguaje filosófico de la *physis*, Gaia sería entonces el sistema autosustante del desarrollo de la vida sobre el planeta.

3. La Ciencia del Sistema Tierra: el cambio global

La hipótesis Gaia se ha mostrado como una heurística fértil en el conocimiento del funcionamiento de nuestro hábitat ecológico terrestre. Sin embargo, no se ha desarrollado como un corpus de conocimientos científicos a escala internacional hasta que se constituyó la denominada “Earth System Science” o Ciencia del Sistema Tierra (un reconocimiento de este hecho por el propio Lovelock se puede leer en Lovelock 2006, pp. 25-26). Esto ocurrió en el año 2001, cuando delegados de más de cien países redactaron la “Declaración de Ámsterdam”, que estableció formalmente la “Asociación de la Ciencia del Sistema Tierra” como una “segunda revolución copernicana”. Dicha declaración presentaba cinco puntos donde asentar directamente una nueva comunidad epistémica de ámbito científico (Moore III, Underdal, Lemke y Loreau 2002, pp. 207-208):

- 1- La Tierra se comporta como un sistema único y autorregulado, formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos.
- 2- Las actividades humanas están influyendo significativamente en el ambiente de la Tierra de numerosas maneras, además de las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático.
- 3- El cambio global no puede ser entendido en términos de un simple paradigma de causa-efecto. Los cambios impulsados por el ser humano causan efectos múltiples en cascada que recorren el Sistema Tierra por vías complejas.

4- La dinámica del Sistema Tierra se caracteriza por umbrales críticos y cambios abruptos. Las actividades humanas podrían desencadenar inadvertidamente tales cambios, con severas consecuencias para el ambiente y los habitantes de la Tierra.

5- En términos de algunos parámetros ambientales claves, el Sistema Tierra se ha movido claramente fuera del rango de la variabilidad natural exhibido por lo menos a lo largo del último medio millón de años.

Tras la “Declaración de Ámsterdam” la Ciencia del Sistema Tierra se propuso crear un programa global de estudio y análisis de la dinámica planetaria. Para ello se cogió como referencia el programa que propuso en su día el matemático David Hilbert. En 1900, dentro de la Conferencia Mundial de Matemáticas en París, Hilbert lanzó un programa para evaluar los avances de las matemáticas en el siglo XX. Este programa consistió básicamente en una ecléctica lista de 23 problemas que debían ser resueltos por la comunidad científica. De modo similar, la comunidad científica internacional del Sistema Tierra ha elaborado su propio programa hilbertiano con un listado de 23 preguntas organizadas en cuatro grupos, a saber, cuestiones analíticas, metodológicas, normativas y estratégicas, respectivamente (Schellnhuber y Sahagian 2002, p. 21; Clark, Crutzen y Schellnhuber 2004, pp. 8-14; Costanza, Graumlich y Steffen 2007, p. 420):

A- Cuestiones analíticas:

1. ¿Cuáles son los órganos vitales de la ecosfera desde el punto de vista del funcionamiento y de la evolución?
2. ¿Cuáles son los principales patrones dinámicos, las teleconexiones y los bucles de retroalimentación en la maquinaria planetaria?
3. ¿Cuáles son los elementos críticos (umbrales, cuellos de botella, transiciones) en el Sistema Tierra?
4. ¿Cuáles son las escalas temporales y los regímenes característicos de la variabilidad natural del planeta?
5. ¿Cuáles son los regímenes de las perturbaciones antropogénicas y de las teleperturbaciones que importan desde el nivel del Sistema Tierra?
6. ¿Cuáles son los órganos vitales de la ecosfera y los elementos planetarios críticos que pueden ser transformados por la acción humana?

7. ¿Cuáles son las regiones más vulnerables en los cambios globales?
8. ¿Cómo son procesados los fenómenos extremos y abruptos a través de las interacciones naturaleza-sociedad?

B-Cuestiones operativas:

9. ¿Cuáles son los principios para la construcción de “macroscopios” (*macroscopes*), es decir, representaciones del Sistema Tierra que agreguen detalles sin cesar, manteniendo al mismo tiempo todos los ítems de los órdenes sistémicos?
10. ¿Qué niveles de complejidad y resolución tienen que ser alcanzados en los modelos del Sistema Tierra?
11. ¿Es posible describir el Sistema Tierra como una composición de regiones y órganos débilmente acoplados, y es posible reconstruir la maquinaria planetaria desde estas piezas?
12. ¿Cuál podría ser la estrategia global más eficaz para la generación, transformación e integración de la serie de datos relevantes del Sistema Tierra?
13. ¿Cuáles son las mejores técnicas para analizar y, en la medida de lo posible, predecir eventos irregulares?
14. ¿Cuáles son las metodologías más apropiadas para la integración del conocimiento entre las ciencias naturales y las ciencias sociales?

C- Cuestiones normativas:

15. ¿Cuáles son los principios y criterios generales para distinguir los futuros sostenibles y no-sostenibles?
16. ¿Cuál es la capacidad de carga de la Tierra?
17. ¿Cuáles son los dominios accesibles pero intolerables en el espacio de la co-evolución entre la naturaleza y la humanidad?
18. ¿Qué tipo de la naturaleza quieren las sociedades modernas?
19. ¿Cuáles son los principios de equidad que deberían gobernar la gestión global del medio ambiente?

D- Cuestiones estratégicas:

20. ¿Cuál es la combinación óptima de medidas de adaptación y mitigación para responder al cambio global?
21. ¿Cuál es la óptima descomposición de la superficie del planeta en reservas naturales y áreas gestionadas?
22. ¿Cuáles son las opciones y advertencias ante soluciones tecnológicas como la geoingeniería y la modificación genética?
23. ¿Cuál es la estructura de un sistema eficaz y eficiente para las instituciones ambientales y de desarrollo globales?

4. Hacia un conocimiento de la sostenibilidad global en el siglo XXI

Para concluir, queremos destacar varias cuestiones que consideramos de relevancia para una filosofía de la naturaleza renovada y ajustada a las necesidades del siglo XXI:

1- Está claro que nuestro conjunto de conocimiento ha variado notablemente. Nuestra ciencia y nuestra filosofía ya no poseen las mismas herramientas que desplegaron aquellos habitantes del Mediterráneo donde nació la reflexión del *logos* hace más de 2.500 años.

2- La realidad planetaria que estamos viviendo tampoco es la misma que hace 2.500 años. De hecho nos encontramos en una situación de cambio global que han detectado ya diversos grupos de científicos (Rockström et al. 2009; Duarte 2009). La contaminación que se contempla hoy en una visita a Atenas o la deforestación de los ecosistemas de la Grecia actual ya son suficiente muestra de que nos encontramos en realidades inéditas que necesitamos pensar y analizar con nuevas herramientas y además de forma urgente.

3- La conceptualización de la naturaleza ha experimentado cambios históricos (la *physis* griega, la *natura* latina, la naturaleza moderna, la ecología contemporánea, entre otras posibles conceptualizaciones). A pesar de ello, hay una historia y un conocimiento evolutivo en torno a estas variaciones que mantienen su interés y en algunos casos su vigencia.

4- Una filosofía de la naturaleza renovada ante los problemas del siglo XXI debe abordar también los problemas de sostenibilidad de los sistemas naturales y sociales a un mismo tiempo, en un nuevo tipo de *ethos* para la ciencia y la academia, que examine la resiliencia y los problemas de colapso latentes en dichos sistemas y en sus acoplamientos, con elementos analíticos, empíricos, normativos, axiológicos, heurísticos y estratégicos.

5- Una filosofía de la naturaleza renovada supone la transformación de la filosofía (epistemología, ontología, metodología, ética, estética, filosofía política, derecho), así como cambios en los sistemas de distribución y atribución de la responsabilidad a diferentes escalas espaciales y temporales (Ayestarán 2010).

6- No cabe ya estudiar la imagen del mundo de forma aislada. Vivimos en la época de los sistemas, de las redes y de las conexiones. Obviamente necesitamos, en consonancia con los puntos 4 y 5, repensar las nefastas escisiones entre ciencias duras y ciencias blandas, o entre ciencias naturales-exactas y ciencias humanas-sociales. Los ecosistemas y los sistemas sociales no entienden ni de reduccionismos, ni de dichas separaciones en un mundo global y complejo.

7- La transdisciplinariedad no es una opción: es una necesidad ante los problemas post-paradigmáticos que nos acucian. Necesitamos para ello crear “comunidades epistémicas” ante el cambio global (Pardo 2008). El Círculo de Filosofía de la Naturaleza es un buen ejemplo de comunidad epistémica continuada, con un decidido carácter internacional e interdisciplinar, en una red dedicada a entender el mundo y a entendernos a nosotros mismos en estos tiempos de cambio global.

Bibliografía

- Arana, José Ramón 2005: *Balada de la filosofía y de la ciencia*. Baracaldo: Ediciones de la Librería San Antonio.
- Arana, José Ramón 2008: “Hacia una metafísica ecológica”, in Ignacio Ayestarán, Xabier Insausti y Rafael Águila Ruiz (eds.), *Filosofía en un mundo global*, Barcelona, Anthropos, pp. 147-156.
- Ayestarán, Ignacio 2009: “Gaia y la ciencia de la sostenibilidad: del programa ontológico al paradigma científico”, *Revista Umbral*, n. 1, pp. 21-41.
- Ayestarán, Ignacio 2010: “Knowledge, responsibility and ethics of sustainability in view of the global change”, *Ramon Llull Journal of Applied Ethics*, n. 1, pp. 183-198.
- Calvo Martínez, Tomás 2000: “La noción de Physis en los orígenes de la filosofía griega”, *Daimon: Revista de filosofía*, n. 21, pp. 21-38.
- Clark, William C.; Crutzen, Paul J.; & Schellnhuber, Hans Joachim 2004: “Science for global sustainability. Toward a new paradigm”, in Hans Joachim Schellnhuber, Paul J. Crutzen, William C. Clark, Martin Claussen & Hermann Held (eds.), *Earth System Analysis for*

- Sustainability: Report on the 91st Dahlem Workshop*, Cambridge, Mass., & Londres, The Massachusetts Institute of Technology Press & Dahlem University Press, 2004, pp. 1-25.
- Costanza, Robert; Graumlich, Lisa J. y Steffen, Will (ed.) 2007: *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth. Report on the 96st Dahlem Workshop*. Cambridge, Mass., y Londres: The Massachusetts Institute of Technology Press & Dahlem University Press.
- Duarte, Carlos M. (ed.) 2009: *Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Margulis, Lynn 2003: *Una revolución en la evolución*. Ed. de Juli Peretó. Valencia: Universitat de València.
- Lovelock, James 2006: *The Revenge of Gaia: Why the Earth Is Fighting Back - and How We Can Still Save Humanity*. Londres y Nueva York: Allen Lane & Penguin Books.
- Moore III, Berrien; Underdal, Arild; Lemke, Peter; & Loreau, Michel 2002: "The Amsterdam declaration on global change", in Will Steffen, Jill Jäger, David J. Carson & Clare Bradshaw (eds.), *Challenges of a changing Earth*, Berlín, Springer-Verlag, pp. 207-208.
- Panikkar, Raimundo 1972: *El concepto de naturaleza. Análisis histórico y metafísico de un concepto*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas – Instituto de Filosofía Luis Vives.
- Pardo, Mercedes 2008: "Hacia una comunidad epistémica de cambio socioambiental global", *Madri+d – Notiplus*, 3 de junio. En línea:
<http://www.madrimasd.org/informacionIdi/analisis/analisis/analisis.asp?id=34834&sec=17>.
- Rockström, Johan et al. 2009: "A safe operating space for humanity", *Nature*, n. 461, pp. 472-475.
- Schellnhuber, Hans Joachim, y Sahagian, Dork 2002: "The twenty-three GAIM questions", *Global Change Newsletter*, n. 49, pp. 20-21.