

Gaia y la complejidad bio-social

Waldemiro Vélez Cardona
Universidad de Puerto Rico
waldemirov@hotmail.com

Resumen

Este trabajo aborda algunas de las intersecciones teóricas que existen entre la teoría de la complejidad y las recientes elaboraciones conceptuales sobre la teoría de Gaia, así como su relevancia para las ciencias sociales. Se pretende ir complejizando el análisis social, prestando atención a ese todo orgánico-físico-social (Gaia) que nos convoca a producir abordajes eminentemente transdisciplinarios como única opción para producir conocimientos relevantes, que sean capaces de proponer alternativas al creciente deterioro de nuestro medio bio-social y a las prácticas sociales que en gran medida lo provocan.

Palabras Clave: complejidad, gaia, transdisciplinariedad, análisis social, medio ambiente.

Abstract

This paper deals with some theoretical intersections that exist between complexity theory and the more recent conceptual developments about Gaia theory, as well as its relevance for the social sciences. It pretends to “complexify” social analysis, drawing attention to this organic-physical-social entity (Gaia) which provokes the generation of eminently transdisciplinary approaches as the only option to produce relevant knowledge, capable of proposing alternatives to the increasing deterioration of our bio-social environment and the social practices which to a greater extent cause it.

Key Words: complexity, gaia, transdisciplinarity, social analysis, environment.

Introducción

Desde hace varias décadas los estudiosos de lo social se vienen preocupando insistentemente por los problemas ecológicos y el impacto de nuestras prácticas sociales en el medio ambiente. Las elaboraciones teóricas en torno a Gaia nos han presentado una valiosa oportunidad para adentrarnos en asuntos que hasta hace poco nos eran ajenos. Es decir, para ir complejizando el análisis social, prestando atención a ese todo orgánico-físico-social que nos convoca a producir abordajes eminentemente transdisciplinarios como única opción para producir conocimientos relevantes, que sean capaces de proponer alternativas al creciente deterioro de nuestro medio bio-social.

Con lo anterior en mente nos proponemos ir tejiendo (de donde viene el término *complexus*) conceptos y problemas propios del análisis social con los provenientes del análisis bio-físico. Desde estas coordenadas podremos propiciar diálogos que conduzcan a la elaboración de proyectos y alternativas para atender los problemas de nuestro ecosistema.

Si reconocemos que Gaia es un ente vivo que presenta articulaciones complejas entre el todo y sus partes y las partes y el todo, y que nosotros los humanos formamos parte de ese todo y de esas partes, entonces tenemos que acercarnos a éste por medio del pensamiento complejo y de abordajes transdisciplinarios. Es decir, debemos reconocer la importancia de las formas de organización-desorganización social y las limitaciones y oportunidades que éstas presentan a la hora de reconstruir nuestra mirada del entorno bio-físico. Además, debemos reconocer las limitaciones de la ciencia tradicional, particularmente disciplinaria, para dar cuenta de fenómenos complejos que muestran un enorme dinamismo y muchas dificultades para predecir su comportamiento, por ser fundamentalmente caóticos.

Gaia

Según James Lovelock (1995),

la hipótesis de Gaia dice que la temperatura, el estado de oxidación, de acidez y de algunos aspectos de las rocas y las aguas se mantienen constantes en cualquier época, y que esta homeostasis se obtiene por procesos cibernéticos llevados a cabo de manera automática e inconsciente por el biota. La energía solar sustenta estas condiciones favorables para la vida. Estas condiciones son sólo constantes a corto plazo y evolucionan en sincronía con los cambios requeridos por el biota a lo largo de su evolución. La vida y su entorno están tan íntimamente asociados que la evolución afecta a Gaia, no a los organismos o al medio ambiente por separado (p. 33).

Para dicho autor, conocido como el padre de la hipótesis y de la teoría Gaia, la vida existe dentro de una serie de límites. El límite exterior es el borde de la atmósfera terrestre con el espacio. Dentro de la frontera planetaria las entidades disminuyen, pero crecen incluso más intensamente cuando la progresión va desde Gaia a los ecosistemas, a las plantas y a los animales, a las células y al ADN. Entonces la frontera planetaria circunscribe un organismo vivo, Gaia, un sistema constituido por todos los organismos vivos y el medio ambiente.

En su último libro, *La venganza de Gaia*, Lovelock (2006) se pregunta ¿quién es Gaia?, ¿qué es Gaia? A dichas preguntas responde:

The What is the thin spherical shell of land and water between the incandescent interior of the Earth and the upper atmosphere surrounding it. The Who is the interacting tissue of living organisms which over four billion years has come to inhabit it. The combination of the What and the Who, and the way in which each continuously affects the other, has been well named 'Gaia'. (p. xv)

Por su parte Lenton y Oijen (2002) definen a Gaia como:

the thermodynamically open system at the Earth's surface comprising life (the biota), atmosphere, hydrosphere (ocean, ice, freshwater, dead organic matter, soils, sediments and that part of the lithosphere (crust) that interacts with surface processes (including sedimentary rocks and rocks subject to weathering). The upper boundary of the system is at the top of the atmosphere, with outer space. The inner boundary is harder to define and can be taken to depend on the time-scale of processes under consideration.

Según Lovelock (2000, p. 119), Gaia tiene tres características principales que pueden modificar profundamente nuestras interacciones con el resto de la biosfera. Estas son: 1) su tendencia a mantener constantes las condiciones para toda la vida terrestre; 2) tiene órganos vitales en su centro, así como órganos prescindibles o redundantes en la periferia. Por eso, lo que le hagamos a nuestro planeta dependerá grandemente de dónde lo hagamos; 3) sus respuestas a los cambios obedecen a las reglas de la cibernética, donde la constante temporal y las retroalimentaciones son factores importantes.

Una de las aportaciones más importantes, en lo que a nuestro planteamiento en este ensayo respecta, la hace Lynn Margulis. Según ella (Margulis & Brynes, 1999):

Gaia is an evolutionary system made up of all the surface inorganic components of the Earth—the rocks, the atmosphere, the oceans—and all the living organisms of the Earth. The two parts are tightly coupled together...Biology is controlling things, but it controls it subtly, by regulating the rate of rock weathering. In short, living creatures produce biominerals inside or induce biomineralization outside the cells of their bodies. These biominerals in turn, travel in sediment, deposit, and lithify to become part of distinct geological formations that cover wide areas of the planet. By regulation, in part, of the construction and deconstruction of mineral complexes, living creatures modify climate and generate the richness of local soils. Over three billion years of microbial action led to the possibility of iron and gold, and lead mining, which deflected the course of human history. (p. 77)

En uno de sus más importantes escritos, *Symbiosis and cell evolution*, Margulis (1981) defiende la idea de que la cooperación ha tenido tanto que ver con la evolución como la competencia. En ese contexto cobran fuerza conceptos bio-sociales tan importantes como la solidaridad, la empatía, el compromiso, la comprensión, etc. En síntesis, nos parece que las aportaciones de Margulis a la teoría Gaia nos facilitan

ubicar dicha teoría en el contexto de la complejidad bio-social. Pasemos a presentar lo que entenderemos por complejidad en este ensayo.

La complejidad

Somos de la impresión de que en la actualidad cada vez es más difícil defender las disciplinas, como abstracción en la organización del conocimiento. Tampoco consideramos apropiado presentar la interdisciplinariedad como alternativa. El nuevo panorama global, del que definitivamente Gaia forma parte, requiere transformaciones profundas en los aparatos conceptuales que utilizamos para intentar captarlo. No es suficiente unir pedazos aislados (interdisciplinariedad), hace falta cuestionar las fronteras y los bordes y darnos a la tarea de re-vincular holística o ecológicamente todo con todo. Este es precisamente el reto que nos lanza Gaia. Abordar la complejidad de la naturaleza y de nuestro ordenamiento social.

Los fundamentos del pensamiento transdisciplinario, que reconoce la complejidad del mundo, pueden ser rastreados hasta hace por lo menos tres siglos. Por esos tiempos Blais Pascal afirmaba:

siendo las cosas causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y todas entretejiéndose por un lazo natural e insensible que liga las más lejanas y las más diferentes, yo considero imposible conocer las partes sin conocer el todo, tanto como conocer el todo sin conocer particularmente las partes.

Como destaca Rozo (1999), Pascal invitaba, de cierto modo, a un conocimiento en movimiento, a un conocimiento en una nave que progresa yendo de las partes al todo y del todo a las partes, lo que es nuestra ambición común.

Pascal, a su manera y desde su tiempo, representa una ruptura con el paradigma de la modernidad en el que el sujeto percibe la información del objeto y este permanece en su tiempo, su espacio, su configuración. No hay observación de la observación, pues se considera que el sujeto que mide y los instrumentos de medición son externos al objeto. En los nuevos paradigmas se sabe que el observador modifica el objeto de su observación, porque sujeto e instrumentos son interiores al objeto en la medida en que no hay objetos que existan fuera de su configuración por un lenguaje y

un sujeto. La relación sujeto-objeto es reflexiva, hecho que exige la observación de la observación y con ello, la observación del observador. (Rozo, 1999, p. 11)

Basarab Nicolescu (2000), tres siglos después de Pascal, reconoce la importancia de lo que se expusiera anteriormente. Según Nicolescu, el conocimiento no es ni exterior ni interior: es al mismo tiempo exterior e interior. El estudio del universo y el estudio del ser humano se sostienen uno al otro. Las zonas de no-resistencia permiten la unificación del sujeto transdisciplinario y el objeto transdisciplinario mientras preservan sus diferencias. La transdisciplinariedad es la trasgresión de la dualidad de los pares binarios: sujeto/objeto, subjetividad/objetividad, materia/conciencia, natural/divino, simplicidad/complejidad, reduccionismo/holismo, diversidad/unidad. Esta dualidad es transgredida por la unidad abierta que engloba tanto al universo como al ser humano.

Entendemos, al igual que Marcelo Pakman (2003) y otros autores, que el estudio de cualquier aspecto de la experiencia humana ha de ser, por necesidad, multifacético, en el que seamos capaces de ver cada vez con mayor claridad que la mente humana, si bien no existe sin cerebro, tampoco existe sin tradiciones familiares, sociales, genéricas, étnicas, raciales; que sólo hay mentes encarnadas en cuerpos y culturas, y que el mundo físico es siempre el mundo entendido por seres biológicos y culturales. En pocas palabras, debemos reconocer que la realidad es compleja y que para acercarnos a ella necesitamos echar mano de un pensamiento complejo y de abordajes transdisciplinarios.

Tal como afirman Morin (2002) y otros:

La complejidad es efectivamente el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que, la complejidad se presenta con los rasgos perturbadores de la perplejidad, es decir de lo enredado, lo inextricable, el desorden, la ambigüedad y la incertidumbre. (p. 40)

Para los estudiosos de la complejidad, ésta siempre está estrechamente vinculada con el azar. Por eso, la complejidad implica incertidumbres continuas, ya sea en los límites de nuestro entendimiento, ya sea inscrito en los fenómenos que pretendemos estudiar y, generalmente en ambas esferas.

Morin (2003, pp. 105-107) entiende que hay tres principios fundamentales que nos ayudan a entender la complejidad. Estos son: 1) el dialógico, el que nos permite mantener la dualidad en el seno de la unidad y entender como el orden y el desorden, en ciertos casos, colaboran y producen la organización y hasta la propia complejidad. Ahí se asocian dos términos que son a la vez complementarios y antagonistas; 2) la recursividad organizacional, por medio de la cual podemos comprender cómo los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquello que los produce. Así, afirma Morin (op.cit.),

la sociedad es producida por las interacciones entre individuos, pero la sociedad, una vez producida, retroactúa sobre los individuos y los produce. Si no existiera la sociedad y su cultura, un lenguaje, un saber adquirido, no seríamos individuos humanos. Dicho de otro modo, los individuos producen la sociedad que produce a los individuos. Somos, a la vez, productos y productores. La idea recursiva es, entonces, una idea que rompe con la idea lineal de causa/efecto, de producto/productor, de estructura/superestructura, porque todo lo que es producido reentra sobre aquello que lo ha producido en un ciclo en sí mismo auto-constitutivo, auto-organizador, y auto-productor;

3) el hologramático, en éste, el menor punto de la imagen contiene la casi totalidad de la información del objeto representado. La idea del holograma trasciende tanto al reduccionismo, el que solo ve las partes, y al holismo que solamente ve al todo. Aquí, el planteamiento de Pascal, que presentáramos anteriormente, ilustra muy adecuadamente lo que aporta el principio hologramático al entendimiento de la complejidad.

Como hemos podido apreciar, la complejidad apela a lo que está tejido junto (*complexus*). Por eso es fundamental reconocer, como se hace por medio de la transdisciplinariedad, que los diferentes elementos que constituyen un todo son inseparables (lo económico, lo político, lo sociológico, lo psicológico, lo afectivo, lo mitológico, lo biológico, lo físico, lo discursivo, lo histórico, lo lúdico, lo estético, etc., etc.) y que existe un tejido interdependiente, interactivo e inter-retro-activo entre el objeto de conocimiento y su contexto, las partes y el todo, el todo y las partes, las partes entre ellas. Por esto, la complejidad es la unión entre la unidad y la multiplicidad. La dimensión económica, por ejemplo, se encuentra en inter-retroacciones permanentes con todas las otras dimensiones humanas; es más, la

economía conlleva en sí, de manera holográfica, necesidades, deseos, miedos y otras pasiones humanas, que sobrepasan los meros intereses económicos (Morin, 2001).

Finalmente, es preciso reconocer que es cada vez más apremiante que seamos capaces de movernos hacia la reconstrucción del saber en el plano epistemológico transdisciplinario, proponiéndonos profundizar en una visión compleja de lo bio-social. Tenemos que desarrollar una epistemología contextualizante que nos ayude a articular las estructuras bio-sociales con la acción humana. Es preciso que propiciemos diálogos continuos y profundos con los estudiosos de nuestro entorno natural y aprendamos con ellos las transformaciones que se han venido escenificando en sus miradas del mundo. Para llevar a cabo estos diálogos, nuestra Facultad de Estudios Generales está especialmente dotada, por la convergencia en ella de estudiosos de lo social, lo natural, la cultura, el lenguaje, etc. La organización de este Congreso Internacional, es un vivo ejemplo de ello. Aún así, nos hace falta no sólo voluntad y compromiso, sino también el que seamos capaces de cuestionar permanentemente nuestros posicionamientos conceptuales y epistemológicos. Es preciso que ubiquemos y desubiquemos constantemente al sujeto cognoscente en el proceso de reconstrucción epistemológica que nos proponemos. Veámos cómo nos puede ayudar Gaia en esta tarea.

Gaia y la complejidad, y la complejidad de Gaia

Antes de continuar es preciso reconocer, como hace Lovelock (1995, p.32), que la vida es social. Existe en comunidades y colectivos. Así, todos los conjuntos de cosas vivas presentan propiedades no esperadas desde el punto de vista de un solo elemento vivo. De hecho, la propia homeostasis es una propiedad coligativa¹ de la vida.

La teoría Gaia destaca en todo momento la importancia de reconocer la complejidad y de los retos que esta característica de la naturaleza le lanza a los científicos. En ese sentido se expresa Lovelock (1995) cuando afirma que:

el planteamiento de una estrecha colaboración entre la vida y el ambiente en que se produce, ¿cambia la naturaleza de todo el sistema? ¿Es la homeostasis una predicción razonable de la teoría de Gaia? La dificultad de contestar a estas preguntas proviene de la mera complejidad del biota y del medio ambiente,

¹ Palabra usada en física para describir las propiedades de los conjuntos.

porque ambos se encuentran interconectados de múltiples maneras. [Entretejidos, como dice la teoría de la complejidad] Difícilmente encontraremos un solo aspecto de su interacción que pueda ser descrito de manera razonable por una ecuación matemática. (p. 48)

La relevancia de la complejidad para las teorías de Gaia ha sido ampliamente reconocida en la literatura sobre la teoría de la complejidad desde los 1990's. De hecho, varios autores ha destacado el hecho de que las ciencias de la complejidad hacen a la teoría de Gaia más creíble, mientras que otros han sugerido que la complejidad es la teoría subyacente de Gaia. La relevancia de la complejidad también ha sido destacada en la literatura sobre Gaia, la que también reconoce que la complejidad provee las bases teóricas para Gaia (Klinger, 2004, p. 187).

Lenton y Van Oijen (2002) afirman que Gaia posee ciertas propiedades emergentes y características del comportamiento de los sistemas adaptativos complejos, como la auto-organización, la criticalidad, la adaptación continua, la organización jerárquica, la generación permanente de novedad y unas dinámicas alejadas del equilibrio. Para Klinger (2004), Gaia y los ecosistemas que la componen, muestran, auto-organización, simetría y fractalidad, los que son consistentes con la teoría de la complejidad. Esta última teoría nos ofrece una adecuada guía para reconocer patrones y comportamientos en el sistema de la Tierra, que no serían detectables sin ella.

Por su parte, Lenton y Van Oijen (2002), destacan que la teoría de la complejidad puede proveer un marco adecuado para el desarrollo de la teoría de Gaia, por medio de sintetizar los principios que provienen de la cibernética y de la biología evolucionaria. Dichos autores afirman que:

Gaia is a complex system in that it has many interwoven parts and properties that are not fully explained by an understanding of the parts, for example, the stability of components of the atmosphere. Gaia also fulfills the Complex Adaptive Systems (CAS) criteria..., as it contains sustained diversity and individuality of components (e.g. organisms), localized interaction among these components, and at least one autonomous selection process (natural selection). Gaia does indeed share generic CAS properties (Holland 1995); far from equilibrium dynamics (of life, the atmosphere and aspects of ocean chemistry), generation of perpetual novelty (through evolution), hierarchical organization (e.g. organisms, ecosystems, Gaia), and absence of a global controller. (p. 685)

No debemos dejar de reconocer que las teorías de Gaia también representan unas evocaciones metafóricas que nos recuerdan que el mundo en que vivimos es biológico, o si se quiere biologizado. Un proceso sagrado en el que compartimos una comunidad planetaria en la que participamos, y no un objeto que utilizamos para nuestro beneficio personal. Las teorías de Gaia, junto a las teorías de la complejidad, han unido los datos y las teorías sobre la situación ambiental que enfrentamos, pero han ido más allá al ofrecernos una metáfora de las interconexiones que compartimos, lo que nos alerta de la necesidad de organizarnos para enfrentarlas juntos. La teoría de Gaia, de alguna manera, propone la empatía -y el reconocimiento de la simbiosis- como forma de conocer e imaginar conexiones que antes no habíamos reconocido cabalmente. (Bateson, 1999, p. 15).

Tal como afirma Mary Catherine Bateson (1999, p. 15), por que el conocimiento y la percepción son tan dependientes de los modelos existentes, ellos no pueden ser cambiados sin un compromiso con transformar los patrones básicos de la vida social. Este es el sentido más significativo en el que nosotros somos nuestras propias metáforas (traducción libre hecha por mi).

Al posicionarnos como actores y co-productores del entorno social tenemos que tener muy presente el impacto que nuestras acciones tienen en nuestro entorno bio-social y en nosotros mismos como individuos, es decir, en Gaia. Esa es la postura ética por antonomasia, ya que el comportamiento ético se define por lo conciente que estamos de los efectos de nuestras acciones. De ahí el llamado que muchos han hecho por una ética planetaria.

Al haber visto y analizado los eventos naturales como meros fenómenos aislados e inconexos, nos hemos alejado tanto de nuestro entorno que no hemos sido capaces de entender y asimilar los mensajes que Gaia nos ha enviado por medio de los cambios climáticos, y nuestra co-responsabilidad en no destruir las características de Gaia como entorno propicio para la vida. Ahora nos toca revertir el daño que hemos hecho y reconciliarnos con Gaia, es decir, con nosotros mismos.

Para finalizar esta sección me parece que resulta de gran utilidad incluir una cita de Laurence Levine (1991) que presenta el impacto de la teoría Gaia en diferentes sectores.

For scientists, Gaia is a launching platform into discovery and cross-disciplinary thinking. For the disenchanted it is a perch, and for those who have strayed from the fold, a source of renewal spiritual energy. Even secular humanists may feel her draw as a metaphor for transcendence without God. Few of us who have seriously dealt with the Gaia hypothesis will ever see Earth and life in the same way again. (p. 177)

Conclusiones... siempre preliminares

La teoría de Gaia, así como las investigaciones que ésta ha estimulado, le han dado un importante impulso a las teorías de la complejidad. Ambas se apoyan y refuerzan mutuamente, lo que le presenta nuevos retos al pensamiento y, por supuesto, a la acción social. En realidad, los hallazgos más trascendentales de toda la investigación en torno a Gaia nos demuestran la urgencia de un cambio profundo, civilizacional, como diría Edgar Morin.

Nos vemos precisados a transformar radicalmente nuestras formas de organización social. El afán de lucro individual ha traído consecuencias desastrosas para Gaia. Ella ya no acepta tantos maltratos y se apresta a vengarse, como dice Lovelock en su último libro.

Necesitamos reencontrarnos con la naturaleza, lo que no podremos lograr sin reencontrarnos con nosotros mismos, con nuestros miedos y nuestras angustias, con el amor que llevamos dentro, con todo nuestro potencial afectivo y creador. En fin, con esa humanidad de la que nos hemos alejado tanto convirtiéndonos prácticamente en pos-humanos, o mejor dicho, en anti-humanos. Uno de los primeros pasos debe ser reconocer nuestra complejidad bio-social. De esta manera nos haremos conscientes de los lazos que nos unen inseparablemente a todo ser vivo y las inter-retro relaciones que establecemos con ellos, las que posibilitan la vida misma.

La modernidad, con su paradigma desvinculador, ha sido profundamente anti-biótica y anti-social. Como sabemos, el calentamiento global amenaza tremendamente las posibilidades de sobrevivencia de nuestra especie y de muchas otras. Asimismo, las guerras y la violencia devastadora que irrumpe en todos los espacios de nuestras vidas, como en Virginia Tech, recientemente, amenazan con destruir la sociedad, si no es que lo han hecho ya.

Tal parece que nos encontramos ante el dilema que hace varias décadas nos presentara el ecologista-anarquista, Murray Bookchin. El saber que nuestra organización social va a cambiar radicalmente, pero no saber si lo hará antes o después de nuestra auto-destrucción.

Todos tenemos la palabra.

Referencias

- Bateson, M.C. (Fall 1999). We are our own metaphor, en *Whole Earth*, pp. 14-15.
- Bookchin, M. (1966). Ecology and Revolutionary Thought, *Anarchy*, 69, vol. 6, p. 18.
- Holland, J. (1995). *Hidden Order: how adaptation builds complexity*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Klinger, L.F. (2004). "Gaia and complexity", en Schneider, S. H. et al., editors, *Scientists debate Gaia: the next century*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Lenton, T. & Oijen, M. (2002). Gaia as a complex adaptive system, en *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, Num. 357, pp. 683-695.
- Levine, L. (1991). Gaia: Goddess and Idea, en *Humanism Today*, pp. 166-179.
- Lovelock, J. (2006). *The revenge of Gaia: Earth's climate in crisis and the fate of humanity*. New York: Basic Books.
- Lovelock, J. (2000). *Gaia: a new look at life on Earth*. Oxford: Oxford University Press (1979, Reprint 1995, Reissued 2000).
- Lovelock, J. (1995). *Las edades de GAIA: una biografía de nuestro planeta vivo*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Margulis, L. & Brynes, L. (Fall 1999). Rock not always a hard place, en *Whole Earth*, pp. 68-71.
- Margulis, L. (1981). *Symbiosis and Cell Evolution*. San Francisco: W.H. Freeman.
- Morin, E. (2003). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Morin, E., Roger Ciurana E. y Motta, D.R. (2002). *Educación en la era planetaria: el pensamiento complejo como método de aprendizaje en el error y la incertidumbre humana*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

Morin, E. (2001). *El método IV: Las ideas*. Madrid: Cátedra.

Nicolescu, B. (2000). Transdisciplinary and Complexity: Levels of Reality as Source of Interdeterminacy. *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études Transdisciplinaires* (15), 13p.

Pakman, M. (2003). *Introducción*, en Morin, E. *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa Editorial.

Pascal, B. (1940). *Pensamientos*. Madrid: Espasa Calpe.

Rozo, J. (Abril 1999). La inter-trans-disciplinariedad, en *Hojas Universitarias*, No. 47, <http://encolombia.com/educacion/unicentral4799tem-inter.htm>

Vélez Cardona, Waldemiro. (2009). Gaia y la complejidad bio-social. *Revista Umbral*, 1, 01-12. Disponible en: <http://ojs.uprrp.edu/index.php/umbral/article/download/19/8>