

FILOSOFÍA DE LA ASTROBIOLOGÍA: EL PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO DE LA INTER, MULTI Y TRANSDISCIPLINARIEDAD EN LA CIENCIA ASTROBIOLÓGICA

Mg. Octavio A. Chon Torres

Resumen

La epistemología es la rama de la filosofía que estudia el conocimiento científico. Por ello, los que la practican suelen ser conocidos como filósofos de la ciencia¹. Para poder entender las cuestiones esenciales que competen a la filosofía de la astrobiología es necesario, por tanto, acudir a la epistemología como rama encargada de estudiar la ciencia. Estas cuestiones no solo se limitan a abordarla desde su aspecto disciplinario, su *status* científico, sino también de poder dar respuesta a través de este análisis a algunas interrogantes y críticas que se la pueden hacer. Es bajo esta perspectiva que se realizará un examen filosófico de la Astrobiología como posibilidad de ciencia, revisando sus alcances e implicancias disciplinarias.

Palabras clave: Astrobiología, epistemología, transdisciplinariedad, monodisciplinar

Abstract

Epistemology is the branch of philosophy that studies the scientific knowledge. Therefore, those who practice it are often known as philosophers of science. To understand the key issues within the philosophy of astrobiology is necessary, therefore, turn to epistemology as a branch of science which studies it. These issues are not just limited to approach it from their disciplinary aspect, its scientific status, but also able to respond through this analysis to some questions and the criticisms that can be made. It is from this perspective that a philosophical examination of astrobiology will take place as a possibility of science, reviewing its scope and disciplinary implications.

Keywords: Astrobiology, epistemology, transdisciplinarity, monodisciplinary

¹ Las diferencias entre epistemología y filosofía de la ciencia se dejarán de lado desde ahora se las entenderán como sinónimos.

Uno de los inconvenientes de intentar proceder de manera relacional disciplinar es que en diversas instituciones educativas se tienden a formar microsabios (Vilar, 1997), generadores de conocimiento altamente especializado que tiene el potencial de descuidar las conexiones que se pueden hacer para poder examinar con otros ojos los mismos problemas de estudio. Con la Astrobiología ocurre algo peculiar, al ser de carácter transdisciplinar va a necesitar de la interacción de diferentes áreas científicas. La manera cómo se puede lograr esto no es objeto de estudio en el presente escrito, sino abordar las cuestiones relativas a su *status* disciplinario y cuestiones relevantes que se verán a medida que aquí se desarrolle el tema. Existen nociones esenciales que son tratadas por toda ciencia, por toda disciplina académica, y que las caracterizan por estudiar determinados aspectos de lo que aborda. Para poder entender la dinámica implícita en la Astrobiología sería conveniente introducir el término de propiedad emergente. ¿Pero qué es una propiedad emergente?

Como se sabe, una propiedad emergente es aquella cualidad que en condiciones iniciales a determinado sistema no se daban, pero que, justamente, emergen con la interacción de sus partes. Existe lo que se denomina propiedad emergente fuerte y débil (Bedau, 1997). Las propiedades emergentes débiles son las que uno puede “presenciar”, es decir, existe secuencia explícita y observable al momento en el que se da.

Así, se tiene que la acuosidad no le pertenece a los átomos, pero sí al agua como elemento. Por otro lado, la propiedad emergente fuerte es más una palabra que quizá suene a una ruta de escape, ya que en ello no se puede lograr dilucidar bien en qué momento o cómo surge. Lo mismo podría decirse de la consciencia como propiedad emergente, aunque no explica realmente qué es la consciencia. Sin embargo, el uso de la palabra *propiedad emergente* aquí se lo hace con referencia a señalar que son indicativos para referirnos a las diferencias inherentes en cada ciencia.

Como la Astrobiología tiene que ver con varias ciencias, es relevante tener en cuenta la demarcación dentro de su propia dinámica, sin que por ello implique

una limitación interdisciplinar. Esto permitirá, por ejemplo, mantener cierto orden epistémico en el proceder astrobiológico y no caer en confusiones del tipo “todo en uno”, lo cual no está dentro de los objetivos en Astrobiología o de toda acción transdisciplinar. Para evitar confusiones, se tomará prestado el concepto de transdisciplinariedad de Basarab Nicolescu (1996), y la Unesco (1998). Para Nicolescu:

“La *transdisciplinariedad* comprende, como el prefijo “trans” lo indica, lo que está, a la vez, *entre* las disciplinas, *a través* de las diferentes disciplinas y *más allá* de toda disciplina. Su finalidad es la *comprensión del mundo presente*, y uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento.”² (Nicolescu, 1996, p.37)

Lo que se puede interpretar de lo mencionado por Nicolescu es que lo transdisciplinar, así como la Astrobiología, comprende no la limitación del estudio de un objeto en cuestión desde una determinada disciplina científica, sino que se requiere de lo “trans”. Justamente, si nos atenemos a la descripción que hace la NASA en su Astrobiology Roadmap 2008, una de sus definiciones de principio es que es interdisciplinar por su naturaleza. “La Astrobiología es multidisciplinaria en contenido e interdisciplinaria en su ejecución. Su éxito depende especialmente de la coordinación de diversas disciplinas científicas y de programas, incluyendo misiones espaciales”³ (De Marais, 2008, p. 2)

Desde el punto de vista tecnológico no hay problema en coordinar diferentes ciencias y avanzar hacia uno o varios objetivos en común. Pero para poder cimentar las bases epistemológicas, darles el fundamento filosófico, es preciso cuestionarse el empleo de los términos interdisciplinar y multidisciplinar. La NASA en su Roadmap no busca hacer esas clarificaciones, pero para poder llegar a un público más amplio sí es preciso hacerlo. No solo porque es importante hacer conocer esta ciencia que está naciendo, sino porque tiene un contexto sociohistórico que responde a la época en la que vivimos.

Para Nicolescu (1996) lo interdisciplinar “*se refiere a la transferencia de los métodos de una disciplina a otra*” (Nicolescu, 1996, p.37). Es decir, la mirada de

² En el original en cursiva.

³ En el original en inglés: Astrobiology is multidisciplinary in its content and interdisciplinary in its execution. Its success depends critically upon the close coordination of diverse scientific disciplines and programs, including space missions.

un objeto de estudio de una disciplina científica a través de otra disciplina científica. Un ejemplo es la bioética que estudia aspectos propios de la Biología pero desde una óptica Ética, o como la Filosofía de la Matemática sin que por ello se haga necesariamente matemática. Por ello es que podría interpretarse lo interdisciplinar como un tipo de reduccionismo, ya que reduce uno o varias ciencias al campo de acción de otra.

Por otro lado, lo multidisciplinar es lo que intuitivamente se conoce como la comunicación de diferentes ciencias pero sin ninguna relación intrínseca entre ellas. Como si se tratase de un conjunto de opiniones, diferentes puntos de vista de un mismo objeto de estudio, pero sin que por ello se llegue a relacionarse una con otra rama de estudio, aunque el potencial se deja abierto para que sea así. Por supuesto, esta posible transición entre lo multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar no significa que una excluya a la otra. Por el contrario, lo transdisciplinar abarca y se nutre de sus predecesoras, si se puede decir ello, ya que se alimenta de las partes haciendo un todo interconectado e intercomunicado.

La Astrobiología por ello no es una ciencia que excluye otras ciencias. Es por eso que a veces se la menosprecia (Lazcano, 2012, p.160), puesto que para poder entender el marco teórico de la Astrobiología se requiere antes que anda de un sustento epistémico. Desafortunadamente la formación de los científicos naturales ha tendido a ser monodisciplinar, esto es, enfocado hacia su propio quehacer, produciendo microsabios (Vilar, 1997). El científico tendría que poseer algo de filosofía –en la forma de epistemología- para poder entender con mejor claridad el cambio de enfoque que se está dando.

Las conclusiones de 1998 en el simposium de la transdisciplinariedad de la Unesco también muestran sus aclaraciones con respecto a los términos empleados en este escrito. Por ejemplo, de forma ordenada, dice acerca de lo multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar que:

La Multidisciplinariedad puede ser vista como un banquete donde varias personas traen diferentes platos, los cuales son servidos en una mesa. El resultado de la yuxtaposición es meramente casual. Mucha gente podría traer el mismo plato. Otros podrían traer comida totalmente inesperada. Hay un alto riesgo de desperdicio de recursos y falta de coherencia⁴ (Unesco, 1998, p.39)

⁴ En el original en inglés: Multidisciplinarity can be seen as a banquet where various people bring different

Evidentemente, lo intenta decir la NASA en su Roadmap no significa precisamente ello. No quiere decirnos que la Astrobiología es una casualidad. Esto nada más nos permite apreciar la falta de un cimiento filosófico de corte epistémico para poder dar las bases y raíces teóricas que merece esta ciencia emergente. La Astrobiología es multidisciplinar, pero no se queda en ello. Por esto es también importante resaltar lo que la Unesco tiene que decir sobre lo interdisciplinar:

La interdisciplinariedad puede ser vista como un banquete en donde diversas personas traen diferentes platos de manera independiente, seleccionados de acuerdo al conocimiento de lo que los demás no están trayendo. Para mejorar la presentación y el sabor de la comida todos los platos son combinados, tanto parcial como totalmente, al último minuto para hacer nuevos platos. El resultado de unir esto reside en el trabajo final, el cual es el único responsable por minimizar el desperdicio y maximizar la coherencia.⁵ (p.39)

Esta definición de lo interdisciplinar sí parece corresponder mejor con lo que el trabajo astrobiológico implica, un conjunto de trabajos interrelacionados, combinados. Y sin embargo, siempre hay posibilidades de mejorarlo, refinarlo y optimizarlo. Esta situación es la que se vive actualmente en la Astrobiología y lo que se puede ver en el Roadmap. Sin embargo, la Astrobiología va más allá de ello ya que supone un cambio de perspectiva paradigmático, si se podría decir ello. Para Aretxaga-Burgos (2006) la astrobiología pone en cuestión el paradigma dominante denominado biogeocentrismo astrobiológico. La manera para poder indagar en la existencia de otras formas de vida se basa en la única fuente conocida existente, y ésta es nuestro planeta. De modo que al no tener otro marco de referencia, estamos condicionados al enfoque biogeocentrista astrobiológico hasta que se pueda “encontrar” otras formas que no sean terrestres.

dishes, all of which are placed on a table. The outcome of the juxtaposition is merely accidental. Many people could bring the same dish. Others could bring totally unexpected food. There is room for a high risk of waste of resources and for a lack of coherence.

⁵ En el original en inglés: Interdisciplinarity can be seen as a banquet where various people bring different dishes, independently selected by knowing what the others are not bringing. To improve presentation and taste of the food, all dishes are entirely or partially combined at the last minute to compose new courses. The outcome of the assemblage lies in the final work of composition, which is solely responsible for minimising waste and maximising coherence.

Las implicancias potenciales del cambio paradigmático promovido por la Astrobiología es otra materia de estudio rico en cuestiones epistemológicas. Esto es algo que por motivos de espacio no se podrán tratar aquí. Sin embargo, y volviendo a la Astrobiología como ciencia emergente, hay que ver su lado transdisciplinar. Tener en claro su condición científica, vale recordarlo, ayudará a dar frente a las críticas que se le puedan hacer. A continuación, lo que se menciona sobre lo transdisciplinar desde el *simposium* de la Unesco:

La transdisciplinariedad, mientras tanto, es como un banquete donde diversas personas han decidido colectivamente por adelantado qué cocinar usando los ingredientes y el conocimiento disponible, además traen muchos platos preparados en colaboración. Nadie puede decir a quién le pertenece los diferentes ingredientes y quién los compuso: el trabajo en equipo ha sido realizado⁶. (p.39)

La Astrobiología dista aún de poder considerarse transdisciplinar en el sentido que lo entiende la Unesco. Siendo una ciencia emergente joven, existen aún muchas cosas por conocer y dilucidar. En esto compartimos la crítica que hace Bandyopadhyay et al. (2010) cuando indica que existen partes de la Astrobiología que descansan en especulaciones y falta de información. Él dice, por ejemplo, que:

Sin embargo, algunas partes de la Astrobiología son especulativas y descansan sobre una data incompleta como es de esperarse, ya que es campo emergente de la ciencia. Estas partes de la astrobiología como especulativa y carencia de data son las que representan un reto para la elección de una teoría. Consideraremos dos teorías emergentes en la temática del origen de la vida: (i) La teoría del mundo ARN y (ii) La teoría de primero el metabolismo.⁷ (Bandyopadhyay et al., 2010, p.2)

Es como una pieza de rompecabezas en donde se pueden apreciar partes faltantes, pero ello no implica que la astrobiología esté fuera del campo científico. La ciencia se maneja por constructos, ideas como si fueran piezas de ese rompecabezas que encajan junto a otras ideas llamadas teorías. Por ello es inútil decir que la Astrobiología no es una ciencia porque carece de objeto de estudio.

⁶ En el original en inglés: Transdisciplinarity, meanwhile, is like a banquet where various people have collectively decided in advance what to cook using the ingredients and the expertise available, and they bring many dishes prepared in collaboration. Nobody can tell to whom the various elements belong and who composed them: the team-work has to be acknowledged.

⁷ En el original en inglés: However, some parts of astrobiology are speculative and rest on incomplete data as it is expected because it is an emerging field of science. These parts of astrobiology of both being speculative and resting on incomplete data are the ones that both pose a challenge for and test the celebrated criteria of theory choice. We will consider two emerging theories in the origin of life issues: (i) The RNA World Theory (RWT) & (ii) the Metabolism First World Theory (MWT)

Decir que no lo es por falta de objeto de estudio sería lo mismo que decir que en su momento la búsqueda del Bosón de Higgs o de ondas gravitacionales no es ciencia.

La Astrobiología es ciencia tanto como la Astronomía y la Geología, ya que abordan su investigación en cuestiones empíricas, fácticas. Cada ciencia busca su objeto de estudio hasta que lo encuentra (sistemas planetarios), cree que lo ha encontrado o todavía no lo encuentra (como las ondas gravitacionales). Por supuesto, en cuanto a la Astrobiología, su estudio se hace muchas veces difícil debido a la distancia en la que se encuentran los planetas a observar y la tecnología que poco a poco va refinándose. (Dick, 2012)

El problema no está en que si la astrobiología es ciencia o no, sino en tratar de apreciarla como ciencia completa, cuestión que desde ya se va descartando por el momento. Esto no significa que esta ciencia emergente detenga su estudio, por el contrario, puede resultar en estímulo para quienes quieren verla prosperar. No hay una teoría unificada de la astrobiología, por lo que no se puede hablar de ella como una ciencia acabada.

Sin embargo, algo similar le ocurrió a la ecología cuando estaba en sus inicios. La ecología también tiene perfiles transdisciplinarios que todavía no se terminan de formar. Al nuevo perfil de la ecología, que va más allá de la rama biológica, se le ha dado por denominar ecología global (Southwick, 1996). Pero la aclaración más detallada la ofrece Eugene Odum y Gary Warrett en su libro *Fundamentos de Ecología* (2006). No es coincidencia que en su libro también se haga mención de lo multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar, ya que estamos viviendo una época de cambio en el que las ciencias están intercomunicándose más frecuentemente que antes, por lo que la probabilidad de ciencias emergentes “entrecruzadas” aumenta. Esto responde a las necesidades de la problemática científica y social actual, al aumentar y hacerse más explícita la red de complejidades global. Como el mundo de la ciencia descansa sobre la *Lebenswelt* (Husserl, 1991) o mundo de vida, tampoco es casualidad que ambas estén experimentando desde una transdisciplinariedad hasta una transculturalidad (Nicolescu, 1996).

Le ecología, en sus inicios y así como la astrobiología, no tenía aún teoría unificada o campo general unificado de estudio dada su diversidad dentro de ella.

En un principio este campo se dividió de manera bastante rígida según líneas taxonómicas (como ecología vegetal y la ecología animal), pero el concepto de comunidad biótica de Frederick E. Clements y Victor E. Shelford, los conceptos de cadena alimenticia y reciclaje de materiales de Raymond Lindeman y G. Evelyn Hutchinson, y los estudios de lagos completos de Edward A. Birge y Chauncy Juday, entre otros, ayudaron a establecer la teoría fundamental para el campo unificado de la ecología general. (Odum y Warrett, 2006, p. 3)

Esta cita ejemplifica lo que se intenta decir. En otras palabras, la Astrobiología aún necesita de más conceptos, estudios y descubrimientos pendientes. La Ecología ha ido emergiendo, complejizándose con el tiempo porque los problemas globales así lo ameritan, con lo que un nuevo concepto fue surgiendo, el de Ecología Global (Southwick, 1996). Odum y Warrett (2006) resalta que es la necesidad de tratar estos problemas complejos lo que desemboca en una Ecología transdisciplinar y que aún falta mucho por recorrer.

Lo curioso de todo esto es que la propia Ecología forma parte de la Astrobiología, de modo que en este panorama la Astrobiología como tal dista mucho aún de consolidarse como ciencia completa por su amplitud. O como diría se diría:

Sin embargo, la Astrobiología va más allá (...) En otras palabras, la Astrobiología se nutre de la sinergia existente entre las distintas disciplinas que aúnan sus esfuerzos en esta área, creando en muchas ocasiones sus propios métodos, sus normas y sus objetivos. La transdisciplinariedad no solo supone un mero "intercambio" de información entre los representantes de las diversas disciplinas participantes. Va más allá, implicando a estos participantes en el aprendizaje de un lenguaje común, y en la adquisición de unos nuevos esquemas y planteamientos mentales, inicialmente ajenos a las propias disciplinas a la que pertenecemos. (Rodríguez Manfredi, 2008, p. 70)

Esta tendencia por el irse "más allá" tanto de la Ecología como de la Astrobiología responde al contexto socio-histórico, como se mencionó. La ventaja de la Ecología, por decirlo así, es que no tanta la urgencia por enviar sondas de exploración espacial fuera de la Tierra. En el marco de la Astrobiología esto no es solo importante, sino también constituiría uno de los pilares y avance hacia una teoría integrativa astrobiológica. Sin embargo, la potencialidad de afectación que tendría la Astrobiología al constituirse como ciencia sería de gran envergadura. Se superaría, o al menos se daría el primer paso decisivo, en dejar, por primera vez, y

con evidencias, el biocentrismo astrobiológico que bien ha expuesto el Dr. Roberto Aretxaga-Burgos (2006):

Por lo que respecta al biocentrismo astrobiológico, éste aún constituye, como el geocentrismo y el antropocentrismo en su momento, uno de los pilares de nuestra civilización, pues hasta el presente no tenemos constancia cierta de la existencia de otro tipo de vida distinto del terrestre. (Aretxaga-Burgos, 2006, p.33)

Al ser transdisciplinar, las consecuencias de esta disciplina serían asimismo transdisciplinarias. Sin embargo, todavía falta mucho para poder tener en orquesta a todas las ciencias involucradas en la Astrobiología, hacerlo como lo indica la definición de la Unesco. Es un problema el hecho que se puedan sincronizar diferentes disciplinas con diferentes niveles discursivos, es decir, con diferentes formas de referirse a una misma realidad. Considerando las propiedades emergentes en cada ciencia (como también lo señalaba Odum y Warrett (2006) para la Ecología). Por ello Cirkovic y Vukovic (2013) reflexionan lo siguiente:

La Astrobiología ha exhibido un crecimiento explosivo en el último cuarto de siglo, tal expansión extraordinaria causó –o resaltado- número de problemas internos característicos de cualquier campo multidisciplinar creciente. Entre estos, quizá la más inquietante es la falta de comunicación entre los diferentes sectores de la investigación astrobiológico. Incluso una encuesta casual de lo que se lleva a cabo en la investigación astrobiológica revela un ámbito muy heterogéneo, muy fragmentado. ¿Cómo pueden los astrobiólogos convencer a cualquiera de la envergadura e importancia única de su misión cuando “se habla en diferentes lenguas?”⁸ (Cirkovic y Vukovic, 2013, p.87)

Los autores citados dan una aproximación para poder tener un “paisaje astrobiológico”, un intento honesto y que, por supuesto, aún por refinar más. Pero de este modo regresamos al mismo problema inicial que se debatía en la parte inicial del presente artículo. Epistemológicamente esto supone un problema, ya que cada ciencia posee su propia red nomológica, su propia dinámica de interpretación. No es lo mismo hablar de átomos que de bacterias, o de aspectos geológicos que de radiaciones solares. Esto supone un gran interés para el filósofo de la ciencia y de la transdisciplinariedad en general, puesto que hace de la Astrobiología un objeto de estudio que va más allá de la vida y su desarrollo en

⁸ En el original en inglés: Astrobiology has exhibited explosive growth in the last quarter of century, such a dramatic expansion caused – or highlighted – a number of internal problems characteristic for any growing multidisciplinary field. Among these, perhaps the most disturbing one is the lack of communication between different sectors of astrobiological research. Even a casual survey of the ongoing astrobiological research reveals very heterogeneous, fragmented realm. How can astrobiologists persuade anyone of the unique span and significance of their mission when they ‘speak in so many tongues’?

el universo. La convierte en una suerte de ejercicio epistemológico para todo aquel que quiera entender y ser testigo del nacimiento de una ciencia integrativa.

Como se ha visto, la Astrobiología, sea como ciencia emergente o como objeto de estudio epistemológico, tiene grandes aportes que pueden ser aprovechados. Como toda nueva ciencia en formación, es inevitable que existan reacciones a favor y en contra. Una de las lecciones que nos deja la Astrobiología es la importancia de desarrollar una ciencia que no se olvide de su dimensión epistemológica, ya que son estos los momentos los que se requieren para poder hacer una reflexión y análisis de este campo de estudio. Los filósofos de la ciencia no deben perder de vista todo el proceso que involucra la formación de la astrobiología, ya que de esa forma se mantienen al tanto de los desarrollos en la ciencia.

CONCLUSIONES

1.- La Astrobiología es una ciencia emergente, pero ello no implica que sea deje de ser ciencia. El *status* científico de la astrobiología no puede ponerse en duda por su “incompletitud”, ya que sus cimientos se fundamentan en ciencias ya existentes. Esto no significa que deje de lado las demás ciencias particulares, sino, por el contrario, las integra dentro de sí. Para poder entender esto se hace necesario comprender el significado de lo multidisciplinar, interdisciplinar y transdisciplinar. Para un mejor entendimiento de la dinámica disciplinar astrobiológica se hace imprescindible un enfoque epistemológico, desde la filosofía de la ciencia.

2.- La astrobiología es transdisciplinar. Esto significa, que dentro de sí interactúan diferentes ciencias. Sin embargo, uno de los problemas que pueden verse es que al abordar diferentes ciencias, existe diversidad de discursos. Estos *discursos* son la manera propia de expresarse en cada ciencia. Poder lograr un lenguaje en común es una de las dificultades pendientes y esenciales dentro del

quehacer astrobiológico. Poner en sincronía y lograr un *paisaje astrobiológico* todavía depende de los descubrimientos y avances que en sus diferentes ciencias se logren dar.

3.- La astrobiología emerge con fuerza en la actualidad debido al contexto en el que se encuentra. Está viviendo algo similar a lo que le sucedió y aun sucede a la ecología de corte transdisciplinar. Sin embargo, la astrobiología tiene un potencial que puede ser de tan significado que puede cambiar la manera de percibir la vida en el cosmos. Por lo pronto, esto es una promesa que puede cumplirse como quizá no. De todas formas, la astrobiología se enmarca en una *Lebenswelt* que está también pasando por una transculturización. Esto es así porque este mundo de vida es el sustrato por el cual toda ciencia es posible.

REFERENCIAS

Aretxaga-Burgos, Roberto (2006). Astrobiología y biocentrismo. *Letras de Deusto*. 36 (110). 30-36

Bandyopadhyay, Prasanta et al. (2010). Astrobiology as an Emerging Science: What does it tell Philosophers?. *Astrobiology Science Conference*. Recuperado el 06 del 11 del 14 de <http://prasantasbandyopadhyay.org/Documents/Astrobiology%20as%20an%20emerging%20science%204-13-10.pdf>

Bedau, Mark. (1997) Weak emergence. *Supplement: Philosophical Perspectives, Mind, Causation, and World*. 11. Malden, MA: Blackwell. 375-399

Cirkovic, Milan y Vukovic, Branislav (2013). Astrobiological landscape: a platform for the neo-Copernican synthesis?. *International Journal of Astrobiology*. 12 (1): 87-93

Dick, Steven (2012). Critical Issues in the History, Philosophy, and Sociology of Astrobiology. *Astrobiology*. 12 (10). 906-927

Husserl, Edmund. (1991) *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*, trad. Jacobo Muñoz. Barcelona: Editorial Crítica.

Lazcano, Antonio (2012). Astrobiology: Frontier or fiction. *Nature*. 488: 160.

Nicolescu, Basarab. (1996) *La Transdisciplinarietà, Manifiesto*. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.

Odum, Eugene y Gary, Warrett (2006) *Fundamentos de Ecología*. México: Thomson

Rodríguez Manfredi, José Antonio (2008). La innovación tecnológica en la Astrobiología como motor de cambio en la mentalidad actual. *Letras de Deusto*. 38 (118): 68-75

SOUTHWICK, Charles H. (1996) *Global Ecology in Human Perspective*. New York: Oxford University Press.

Unesco (1998). Transdisciplinarity. Recuperado el 7 del 11 del 2014 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114694Eo.pdf>

VILAR, Sergio. (1997) *La nueva racionalidad*. Barcelona: Ed. Kairós