

Opinión

Garbisu, C., Amézaga, I., Albizu, I. y Alkorta, I. 2003. La esencia de los seres vivos. *Ecosistemas* 2003/3 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/opinion1.htm>)

La esencia de los seres vivos.

Carlos Garbisu¹, Ibone Amézaga¹, Isabel Albizu¹ e Itziar Alkorta²

¹NEIKER, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Departamento de Agrosistemas y Producción Animal, c/ Berreaga - 1, 48160 Derio.

²Unidad de Biofísica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas/Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Apartado 644, 48080 Bilbao.

La Biología es la ciencia que trata de los seres vivos. De esta definición se deriva que la persona que profesa la Biología, como parte de unos mínimos principios deontológicos profesionales, tiene la obligación de entender qué es un ser vivo. La comprensión del "ser", esencia o naturaleza, de los seres vivos es un tema de enorme complejidad. No obstante, para el lego en la materia esta cuestión puede parecer trivial, pues todos creemos que no tiene mayor dificultad reconocer un ser vivo de un objeto inanimado.

Daniel E. Koshland Jr. (2002) ha manifestado recientemente que no parece haber una definición sencilla del concepto "vida". Aunque el autor sugiere una definición que él mismo reconoce incompleta ("un organismo vivo es una unidad organizada, que puede llevar a cabo reacciones metabólicas, defenderse contra las lesiones, responder a estímulos, y tener la capacidad de ser al menos uno de los miembros implicados en la reproducción"), indica que la esencia de los seres vivos se asienta sobre siete pilares, de naturaleza termodinámica ó cinética, a los que engloba bajo el acrónimo PICERAS: (i) Programa, o plan organizado que describe tanto los componentes como las interacciones entre los mismos de forma que los sistemas vivos pueden persistir en el tiempo; (ii) Improvisación, o posibilidad de cambiar su programa para adaptarse a los cambios y vicisitudes del medio circundante; (iii) Compartimentación, o existencia de un "exterior" y un "interior" separados por una superficie (membrana o piel) que protege los componentes necesarios para la "vida" dentro de un espacio delimitado a la vez que mantiene fuera los compuestos químicos deletéreos; (iv) Energía, derivada del hecho de que las reacciones del metabolismo producen siempre una ganancia en la entropía del sistema por lo que para compensarla es necesario un aporte continuo de energía; (v) Regeneración, para contrarrestar las pérdidas termodinámicas inevitablemente asociadas al metabolismo; (vi) Adaptabilidad, una respuesta en el comportamiento que forma parte del Programa, en respuesta a cambios rápidos del medio ambiente; y (vii) Segregación ("Seclusion"), en referencia a la "privacidad" o "aislamiento" de unas vías metabólicas frente a otras, de forma que miles de reacciones pueden coexistir espacio-temporalmente con gran eficiencia dentro de un organismo vivo.

Por su parte, Neil A. Campbell (1996) ha descrito las seis propiedades y procesos que habitualmente asociamos con la "vida": orden, reproducción (de aquí el axioma conocido como biogénesis, que dice que "la vida sólo procede de la vida"), crecimiento y desarrollo, utilización de energía, respuesta al ambiente, homeostasis o mecanismos regulatorios que mantienen el medio interno de un organismo

dentro de límites tolerables incluso en presencia de fluctuaciones externas y, finalmente, adaptación evolutiva como resultado de la interacción de los organismos con en el medio en el que viven.

El tema de las propiedades esenciales que caracterizan a los seres vivos ya se abordó con brillantez en el polémico libro "El Azar y la Necesidad" del ilustre Jacques Monod (1984), publicado originalmente en 1970. Monod destacó tres propiedades características de los seres vivos: teleonomía, morfogénesis autónoma e invariancia reproductiva. La teleonomía se refiere a la propiedad de todos los seres vivos de ser objetos dotados de un proyecto que representan en sus estructuras y cumplen con sus logros. La morfogénesis autónoma señala que la estructura de un ser vivo resulta de procesos que no parecen deber casi nada a la acción de fuerzas exteriores sino, desde la forma general al menor detalle, a interacciones morfogenéticas internas al mismo objeto. Las condiciones externas son capaces de trastornar el desarrollo, pero incapaces de dirigirlo o de imponer al objeto viviente su organización. Respecto a esta segunda característica, Monod ya reconoció la excepción que suponen a este concepto los cristales, cuya geometría característica es un reflejo de interacciones microscópicas internas al mismo objeto. Por último, la invariancia reproductiva o reproducción invariante, en relación con la posibilidad de reproducir y transmitir *ne varietur* la información correspondiente a su propia estructura. Aunque se sabe que ciertas estructuras cristalinas presentan esta invariancia, también es bien conocido que dichas estructuras representan una cantidad de información muy inferior a la transferida de generación en generación incluso en los seres vivos más simples que conocemos.

A primera vista la invariancia, la reproducción de estructuras altamente ordenadas, parece incompatible con el Segundo Principio de la Termodinámica, según el cual todo sistema macroscópico no puede evolucionar más que en el sentido de la degradación del orden que lo caracteriza. Esta aparente paradoja no es tal si recordamos que el aumento de entropía (el desorden) predicho por este principio se refiere únicamente a sistemas energéticamente aislados.

La entropía es una medida de la conversión unidireccional de energía en calor y fricción dentro de un sistema cerrado. Los sistemas cerrados no admiten entrada de materia, mientras que los abiertos, como los seres vivos, son atravesados por un flujo de material. Este concepto fue sintetizado en la conocida frase de Eugene Odum (1953) referida a los sistemas abiertos: "la materia circula, la energía se disipa".

El proceso básico de la "vida" consiste en tomar fotones de baja entropía en la banda de la luz visible y ultravioleta, con longitudes de onda corta, y emitirlos después en forma de radiación infrarroja de longitud de onda larga. Bajo este prisma, la "vida" trabaja para transformar la luz en "materia viva" y calor. Este término "materia viva" fue siempre utilizado por Vladimir Vernadsky que, como disciplinado materialista y al objeto de evitar connotaciones de diverso índole, siempre evitó el término "vida". Para él, la materia viva era un "fuego verde", en referencia a la transmutación de la energía solar, fuente primaria, aunque no única, de la "vida" en nuestro planeta.

Entre los numerosos enunciados de la Segunda Ley de Termodinámica destaca, por su originalidad y utilidad en relación con los sistemas abiertos (como los que constituyen la "vida"), aquel que afirma que "la Naturaleza tiende a reducir gradientes" (diferencias de temperatura, presión, concentración química, etc.). Es decir, la "vida", con su química del carbono reciclante, sería un medio termodinámico para degradar el gradiente solar. Este gradiente solar al que nos referimos es la diferencia entre el caliente horno nuclear del Sol y el frío espacio exterior. En este contexto, Margulis y Sagan (1998) argumentan que el propósito último de la "vida" (las células, los organismos, la biosfera) sería deshacer el gradiente solar.

Aunque, habitualmente, el proceso reproductivo de generar copias vivas ha sido mencionado como el rasgo más característico de la "vida", es importante reseñar que la reproducción se basa en la autopoyesis, auténtica propiedad fundamental de los seres vivos. La autopoyesis, definida como "el conjunto imperativo de procesos biológicos energéticos continuos (que implican la formación de compuestos de carbono) por medio de los cuales todos los seres vivos se automantienen", es una característica de los organismos vivos en su lucha permanente por mantenerse (conservar su integridad tanto estructural como bioquímica) activamente al enfrentarse a las adversidades ambientales. Como bien mencionan Margulis y Sagan (1995), la autopoyesis, el automantenimiento activo, es un fenómeno holístico modulador que hace que las células reaccionen a las perturbaciones externas para conservar los aspectos claves de su identidad dentro de sus límites. Las entidades vivas, autopoyéticas, reaccionan frente a las perturbaciones medioambientales utilizando materia y energía para recambiar constantemente sus componentes químicos y así no perder su identidad. La esquismogénesis puede considerarse lo opuesto a la autopoyesis, ya que alude a la interrupción de los procesos cíclicos normales en los seres vivos, derivándose en oscilaciones incontrolables, debido a fuertes amenazas externas. En resumen, los seres vivos o redes autopoyéticas reciclan continuamente sus componentes para así automantenerse, gracias a numerosos procesos que conforman lo que llamamos metabolismo. Los flujos de energía se utilizan para impulsar el recambio cíclico de materia que se necesita al objeto de mantener un ente individual determinado.

A pesar de todos estos intentos por definir la esencia de los seres vivos, todavía se nos plantean muchos interrogantes. Por ejemplo, los virus no encajan fácilmente dentro de los esquemas ortodoxos de lo que se intenta definir como organismo vivo. Se reproducen solamente dentro de células vivas, apoderándose de las enzimas y otras maquinarias metabólicas de sus hospedadores sin las cuales se muestran tan inertes como cualquier otra macromolécula, por lo que no serían organismos vivos según la mayoría de los criterios aquí expuestos. Todavía más desconcertantes son dos tipos de agentes infecciosos que se replican en algunas células: los viroides, moléculas de RNA desnudo que se encuentran en las plantas causándoles ciertas enfermedades, y los priones, partículas proteináceas pequeñas que se encuentran en los animales.

Huyendo de posiciones más o menos maniqueas, trivializaciones y tergiversaciones sobre nuestra responsabilidad en el mantenimiento de la miríada de formas de vida que pululan en nuestro planeta, queda reseñar que, ante el argumento tópico de la imposibilidad de proteger aquello que se desconoce, se ha presentado aquí parte de la información más relevante sobre este apasionante tema de qué es la "vida". En cualquier caso, nunca está de más recordar que todos somos usufructuarios de ese conjunto de circunstancias físicas que rodean a los seres vivos que llamamos medio ambiente.

Referencias

Koshland, D. E. Jr. 2002. The seven pillars of life. *Science* 295 (22 March): 2215-2216.

Campbell, N. A. 1996. *Biology*. 4th Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Menlo Park (California) USA.

Monod, J. 1984. *El Azar y la Necesidad*. 2^a Edición. Tusquets Editores S. A., Barcelona, España.

Odum, E. 1953. *Fundamentals of Ecology*. Saunders (Filadelfia), USA.

Margulis, L. y Sagan, D. 1998. *¿Qué es el Sexo?* Tusquets Editores S. A., Barcelona, España.

Margulis, L. y Sagan, D. 1995. *Microcosmos*. Tusquets Editores S. A., Barcelona, España.