



CARTA AL EDITOR

Impacto operacional de los conceptos de entropía en la genética y en la práctica médica

Enrique Daniel Austin-Ward^{1,2,3} 

1. INDICASAT, Ciudad del Saber, Panamá; 2. Hospital Pacífica Salud, Ciudad de Panamá, Panamá;

3. Centro Nacional Especializado de Genética Médica y Genómica, Caja de Seguro Social, Panamá.

Recibido: 19 de diciembre de 2025 / Aceptado: 21 de diciembre de 2025 / Publicado: 31 de diciembre de 2025

© Autor 2025. Artículo publicado con Acceso Abierto.



Resumen

La tendencia general de la práctica médica es ir integrando nuevo conocimiento y visiones del ser humano que ayuden a enriquecer el paradigma de la comprensión de los mecanismos que permiten su existencia y que nos ayuden a combatir las enfermedades u otras situaciones que lo afectan. Este perfeccionamiento de la comprensión y esta visión integradora provienen de la confluencia de diversas áreas del conocimiento, como la Biología y la Física, ya que la realidad es un todo, que por las limitaciones de las capacidades humanas y para procurar un mejor estudio, han requerido, las fraccionemos para poder asimilar toda la información que contienen. En ese sentido, los conceptos de entropía y su rol como fuerza modeladora del fenómeno vital son fundamentales para mejorar sustancialmente esta visión, nos brindan una interesante perspectiva de los procesos evolutivos y pudiesen proporcionarnos herramientas muy útiles para el manejo especializado de los pacientes.

Entender la base más íntima de los procesos vitales es parte de objetivos últimos de las ciencias biológicas. Comprender la vida es un reto que se mantiene vigente desde la antigüedad y que se actualiza de forma permanente. Pero cuando llegamos al punto del análisis de los principios del fenómeno vital, la biología se topa ineludiblemente con los principios de la Física y de otras áreas del conocimiento que procuran entender la esencia misma de

naturaleza y que tienen que ver con la estructura básica del Universo. Dejarlos de lado por su complejidad significa arriesgarse a querer mantenerse de forma obstinada en la superficie de esta comprensión sin llevar a cabo el proceso integrativo de las ciencias y de la realidad que se requieren para obtener el verdadero conocimiento.

En este sentido, para los seres vivos el tema de la energía biológica y su organización es central. De hecho, todos los aspectos de la supervivencia y vida cotidiana esencial giran en torno a este tema. E íntimamente ligado y en la base misma de la construcción de este conocimiento se encuentra la realidad de la entropía, que como palabra actualmente tiene varias acepciones o definiciones operacionales, pero que, considerada en los aspectos clásicos originales de la Segunda Ley de la Termodinámica, esta, la también conocida como entropía térmica, consiste en una magnitud física designada con la letra S y se refiere a la tendencia al desorden máximo al que tiende todo el universo [1].

Desde este punto, todo el fenómeno vital, el cual es evidente que tiende a moverse en sentido contrario de esta tendencia al desorden máximo, no es más que la expre-

Autor corresponsal
Enrique Daniel Austin-Ward

Email
austin_ward@yahoo.com

Palabras clave: energía, 2da ley de la termodinámica, entropía, neguentropía, ventaja termodinámica, estructura, organización, información.

Financiamiento: Los autores declaran que no hubo financiamiento externo para este trabajo.

Licencia y distribución: Publicado por Infomedic International bajo Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY-NC-ND).

DOI: <https://doi.org/10.37980/im.journal.ggcl.es.20252756>

sión de una posibilidad implícita en la misma magnitud física que analizamos: si esta tendencia al desorden la colocamos en un plano cartesiano en el eje de las X, así como existe una tendencia hacia el lado positivo, esto es, al desorden creciente, también nos pudiésemos mover en sentido contrario, hacia su opuesto, el lado de los valores negativos, lo que implicaría una dirección y tendencia hacia el orden creciente: la entropía negativa o neguentropía (neg-entropía).

Este orden creciente depende íntimamente de otro hecho: de la estructura, la cual parte desde los niveles subatómicos, pero que, para la existencia de la vida, entre todas las posibles configuraciones de asociaciones entre estos elementos básicos, ha resultado de la selección a lo largo del tiempo de ciertas disposiciones específicas no azarosas, sino especiales por sus cualidades emergentes. Es decir, todas las estructuras seleccionadas en la "vida", todas las moléculas de las 4 familias básicas y sus combinaciones y estructuras resultantes dependen de este otro hecho: del orden u organización. Y el orden u organización es consecuencia directa de la información. Estas variabilidades exitosas están dentro del universo de las "complejidades" de la entropía de Boltzmann que define entropía como el número de microestados posibles dentro de un macroestado, otra de las definiciones de entropía que nos es muy útil en este marco biológico [2].

La neguentropía es orden y el orden depende de la información. La afirmación de que los sistemas biológicos han sido "informados", y que "lo que ha permitido la evolución es que se establezcan patrones para el uso eficiente de la energía", como comenta Freire [3], nos conduce a una conclusión inevitable según lo muestran los hechos: que para los sistemas biológicos la información es en sí misma un tipo de energía, al igual que las demás conocidas como la cinética, la eléctrica, la térmica, la química, la nuclear, etc. y como tal debe ser tratada, tal como lo esgrime Vopson con su equivalencia masa-energía-información [4]. La información, según sus manifestaciones en los sistemas biológicos, cumple con todos los requisitos para ser considerada en sí misma un tipo de energía: comprendida como "capacidad para realizar un trabajo" (entre ellos, el de auto ordenarse), que es "intangible", que "no se crea ni

se destruye, solo se transforma", que "existe como una posibilidad inherente a la misma estructura del universo" y que puede ser "almacenada y transmitida". El hecho de que dependa de los fotones solares, no le resta, ya que ninguna forma de energía es infinita, sino que forma parte del continuum de la energía del universo, constantemente moviéndose, modificándose y pasando de uno a otro estado.

No puede concebirse el fenómeno vital sin esa asociación indisoluble información-energía, por lo que esta realidad va más allá de un concepto de información como un mero conjunto de datos y de la energía como un poder que potencia los procesos. En los seres vivos energía e información se convierten en una sola entidad indisoluble: infonergía (infonergy), energía vital organizada. Fuerza de cohesión estructural en patrones específicos de un orden creciente neguentrópico moldeados por la selección natural, con una tendencia a la expansión.

La Genética es por excelencia la ciencia de la información biológica, donde la transmisión de la información se lleva a cabo por medio del lenguaje de las estructuras, y el ADN, resulta ser el logro informativo más elaborado de la tendencia neguentrópica, procurado luego del llamado "mundo del ARN" primitivo como un logro evolutivo. Sin embargo, todas las estructuras están llenas de información. Las expresiones moleculares de las moléculas que funcionan en el fenómeno vital, no lo serían sin los datos específicos que las hacen ser lo que son, y por ende considerar la "Lupa de la Ventaja Termodinámica" como el mecanismo orientador o herramienta que ha utilizado y utiliza la selección natural para sus propósitos de moldear la vida, nos ayuda a orientar una visión integradora de toda la actividad vital: de su pasado, de su presente y su futuro [5].

Esta "Lupa de la Ventaja Termodinámica", consiste en evaluar todos los procesos orgánicos bajo esta óptica, es decir, que las estructuras y los procesos son evaluados por su capacidad de construir el orden; por la ventaja que representa para la estructuración y energía del sistema, por lo que inclusive tiene implicaciones éticas. Por lo tanto, la cuantificación del orden es un trabajo que hay que realizar de forma minuciosa y exhaustiva a todos los nive-

les desde el nivel molecular; un trabajo tan minucioso y grande como lo ha sido la secuenciación del genoma y lo está siendo toda la proteómica y la genómica funcional, con el propósito de identificar la viabilidad de los sistemas, porque para todos estos sistemas, habrá un límite de organización mínimo que les permite seguir siendo lo que son: un umbral de existencia que puede ser medido y cuantificado. Claro que la cantidad de información en sí misma para saber esto es tal que no será posible acopiarla y utilizarla de forma efectiva sin el apoyo de la inteligencia artificial. Y esta es en sí misma un ejemplo de las estrategias de la neguentropía en su proceso de expansión y que es necesario reconocer: el efecto de la tecnología y la cultura y su rol como elementos emergentes, como cualidades inesperadas, en los que el orden es capaz de generar más orden como parte de la expresión del fenómeno vital.

Esto mismo permitirá reorientar la práctica médica, utilizando los niveles de entropía de los sistemas del organismo, como una medida para la evaluación de la salud y de la enfermedad y para acariciar con mayor firmeza este sueño humano de detener o invertir la aparentemente inexorable "flecha del tiempo".

REFERENCIAS

- [1] Brooks, Daniel & Collier, John & Maurer, Brian & Smith, Jonathan & Wiley, E.. (1989). Entropy and information in evolving biological systems. *Biology and Philosophy*. 4. 407-432. 10.1007/BF00162588.
- [2] Sussman MV Visualizing Statistical Thermodynamics; The Boltzmann Distribution Model, *Am J Phys*. 1 December 1966; 34(12);1143-1146
- [3] Freire, A: Genética y Entropía: Volviendo la mirada hacia la termodinámica de los sistemas biológicos. *Journal of Genetics and Clinical Genomics* 2025: 3(3). DOI: 10.37980/im.journal.ggcl.es.20252757
- [4] Vopson, M M. The second law of infodynamics and its implications for the simulated universe hypothesis, *AIP Advances* 1 Oct 2023: 13(10):105308
- [5] Austin Ward, E D "The Scientific Clues of Jesus Christ";, Novel in English, Editorial Carlos Manuel Gasteazoro. 2019. ISBN 978-9962-53-296-5