

Nos movemos en el ámbito de la termodinámica, entendiendo por esta rama de la física, aquella que considera un sistema formado por una enorme cantidad de partículas, del tipo que sea (clásicas, fermiones, bosones), tanto en equilibrio como fuera de él. Por ejemplo, la mecánica de fluidos sería objeto de la termodinámica, en este sentido.

Se habla en ocasiones de un principio cero de la termodinámica: todo sistema termodinámico aislado acabará, tarde o temprano, alcanzando el llamado equilibrio termodinámico. Una vez en él, no podrá salir de él. En el equilibrio el sistema pierde la información de cómo se alcanzó. El equilibrio termodinámico es independiente de la vía que se siguió para alcanzarlo. El sistema olvida su propio pasado.

Cualquier físico dirá que el equilibrio termodinámico corresponde al máximo de entropía y que la distribución estadística de las partículas sólo depende de un parámetro que es la temperatura. La expresión matemática de esta distribución depende, eso sí, del tipo de partículas.

Una vez alcanzado, en el sistema “ya no pasa nada”; no puede pasar nada. El equilibrio termodinámico es un estado perfectamente “soso”. El estudio de un sistema así, no le llevará mucho tiempo al físico. Si la variación es requisito de la estética, lo animado fue el camino, lo soso es el equilibrio. El equilibrio es la muerte.

En el caso más simple, el equilibrio se caracteriza por la homogeneidad y la isotropía. Por homogeneidad entendemos que las partículas se distribuyen por igual en todas las partes del volumen ocupado por el sistema. Por isotropía entendemos que, estando en cualquier punto dentro de él, no observaremos ninguna dirección privilegiada. Si todas las moléculas están inicialmente arrinconadas en un extremo de una habitación, al alcanzarse el equilibrio estarían uniformemente repartidas en toda ella. La entropía del sistema habría llegado a su máximo valor.

En realidad, esto puede no ser así. En una atmósfera, por ejemplo, bajo la acción de la gravedad, no se alcanzaría tal homogeneidad. La densidad sería mayor junto al suelo e iría disminuyendo con la altura. Habiendo otros potenciales, la distribución de las partículas puede ser otra, pero siempre el equilibrio es el olvido, es la muerte, es lo “soso”.

Cuando observamos la Radiación Cósmica de Microondas (CMB), la luz más primitiva que podemos observar en el Universo, vemos que está en equilibrio termodinámico “perfecto” que, en el caso de los fotones, se llama “cuerpo negro”. Su estudio no le llevará al cosmólogo más de cinco minutos. Afortunadamente, cuando medimos con una precisión mucho mayor, observamos que no era tan perfecto, que aparecen minúsculas anisotropías. Son minúsculas, pero son absolutamente interesantes para entender qué ha pasado y qué pasará; son clave para entender nuestro Universo. Su estudio entonces llevará muchos años a muchos cosmólogos. En el universo primitivo “algo” estaba pasando ya entonces, algo trascendental para nosotros puesto que, de haber sido completamente isótropo, no estaríamos aquí para contarla. Somos hijos de la anisotropía primordial.

Volviendo del antaño y al allende al hogaño y al aquende (aunque en el Universo el aquende y el allende son iguales) o, dicho de otro modo, volviendo al aquí y al ahora, nos preguntamos: Si en un sistema aislado la entropía crece, ¿es posible que decrezca en alguna de sus partes interiores? En ese caso, la entropía debería crecer en otras partes más, para que al hacer la suma total, el resultado neto fuera de crecimiento positivo. En general, el crecimiento podría ser heterogéneo.

¿Existe la posibilidad de que, en un sistema cerrado, se alcance un estado estacionario, en el que la entropía sea muy pequeña en algunos lugares muy localizados del sistema, y muy alta en el resto? ¿Es posible una heterogeneidad estacionaria?

Definimos la *enallía* como el grado de heterogeneidad en la distribución de entropía específica dentro de un sistema. Para un físico será muy sencillo definir la enallía mediante una fórmula matemática. No lo expresamos por no enmascarar las ideas con fórmulas, pero es preciso indicar que esta magnitud está perfectamente definida en términos matemáticos. Algunos parámetros que utilizan los estadísticos serían suficientes, tales como la “variancia”, la “desviación típica” o, quizás mejor, el “coeficiente de variación de Pearson” por ser adimensional. También “el coeficiente de Gini” podría ser de utilidad. No entramos en ello pues queremos preservar el lenguaje más divulgativo.

En algún lugar he llamado a la enallía “gachirulopía”, pues las primeras ideas me surgieron en un tono humorístico. Luego, he visto que su

concepción podía tener mayor trascendencia y quise optar por un nombre de origen griego. El aumento de enallía en un sistema termodinámico cerrado podría constituir un cuarto principio de la termodinámica. Los principios uno, dos y cuatro podrían enunciarse así, enunciados en todo el Universo que, por definición, es un sistema cerrado:

Primer Principio: La energía se conserva.

Segundo Principio: La energía se conserva, sí, pero siempre que la entropía aumente.

Tercer Principio: La energía se conserva, la entropía aumenta, sí, pero siempre que la enallía aumente.

(Nadie nos había dicho cómo aumenta la entropía).

Estas serían las expresiones fundamentales para la termodinámica más elemental que parte de descripciones macroscópicas, ampliadas con este Cuarto Principio. La mecánica estadística justifica los dos primeros y para el cuarto, hemos desarrollado una “Teoría del Flujo Vital”, que a veces he llamado la “C-theory”. En realidad, el desarrollo ha ido en sentido inverso: de la “Teoría del Flujo Vital” hemos llegado al cuarto principio macroscópico enunciado más arriba. Esta teoría tenía un propósito más extenso, al pretender proveer una ampliación de la de la evolución darwinista (con sus modernos añadidos).

Esta teoría puede verse en F. Sánchez y E. Battaner (2022) RMxAA 58, 3755 y E. Battaner (2023) “Vida. Nuevas ideas desde el punto de vista físico” (2023) Ed. Univ. Granada. También se presentó en la revista online CTR (3 de octubre de 2022). El concepto de enallía no se consideraba en estos trabajos, por lo que este articulito es complementario.

La enallía es pues la heterogeneidad en la distribución de la entropía específica (es decir, de la entropía por unidad de masa o, alternativamente, la entropía por barión, más empleada en cosmología).

Cuestión interesante es el bautismo de la nueva magnitud física: “enallía”. Para acuñar el término busqué la colaboración de mi amigo latinista, Jesús Luque, Profesor Emérito Honorario de la Universidad de

Granada. Imitamos a Rudolf Clausius cuando introdujo el concepto de entropía. Clausius quería un nombre que tuviera cierto parecido fónico y termodinámico con “energía”, palabra también de origen griego. La nueva magnitud debería tener también origen griego pues eso favorecería su adopción en otras lenguas. Como “energía” y “entropía” empieza por el prefijo “en”, “dentro de, muy apropiado para un sistema termodinámico que está dentro de un volumen delimitado, la buscada palabra debería empezar por “en” y terminar en “ía”.

Con su gran erudición, Jesús Luque me propuso hasta seis candidatas: enagonía, enallagía, enallía, enantía, emporía y enteinía, cada una con múltiples acepciones que le dieron los griegos clásicos, con sus correspondientes citas, etc. Él prefiere no publicarlo en un artículo, por parecerle obvio todo lo que dice, aunque a mí me parece obra con el sello inequívoco de un gran erudito.

Este maravilloso y perfecto estudio de Jesús Luque, de unas 8 páginas, (y eso que contiene multitud de abreviaturas como suelen escribir los lexicógrafos) se puede ver [pinchando aquí](#).

Una de las acepciones registrada en un texto griego, copiado del estudio de Jesús Luque es:

contrariamente ἐνάλλως κατὰ τὴν ἐπίκλισιν en forma *contraria a su inclinación* Chrysipp. Stoic.3.175.21.

que se adapta muy bien al proceso físico que se pretende, como de forma contraria a su inclinación. Ese “allos” griego se convierte en el latín “alius” (otro entre muchos), diferente de “alter” (otro entre dos). La *ll* pasa a ser *l* al pasar del griego al latín. Y así ha dejado varios derivados, como alófono, alomorfo, alopatía, alotropía..., cultismos registrados en el diccionario de María Moliner. Estos vocablos siempre tienen el sentido de cambiado, transformado o contrario.

Tuve que desestimar “alotropía” pues se prestaba a confusión ya que, en términos químicos, la “alotropía” se refiere a moléculas de igual masa pero diferente disposición de sus átomos.

En la elección de las candidatas de Jesús Luque, tuve que sacrificar “enantía”, pues ya existe en el vocabulario científicos “enantiómeros”, moléculas imágenes especulares una de otra, como la mano derecha y la izquierda. La vida es enantio-selectiva, así por ejemplo, favorece los

aminoácidos de tipo levógiro. Las muestras de aminoácidos en experimentos de laboratorio son siempre racémicas, favoreciendo por igual los tipos levógiro y dextrógiro (o de tipo *l* y *d* respectivamente). Es este uno de los grandes enigmas en el origen de la vida.

La palabra “energía” pasó de la calle a la ciencia, la palabra “entropía” pasó de la ciencia a la calle. La palabra “enallía”, no sólo aspira a asentarse en el mundo de la ciencia, sino a deambular por la calle, como sus primas hermanas.

Así puede decirse de la enallía de la distribución de materia en una galaxia, al estar distribuida de forma muy desigual entre estrellas, materia interestelar y materia oscura. Se puede hablar de la enallía de la estructura a gran escala del Universo. A muy grandes escalas espaciales, la materia del Universo se agrupa en grandes filamentos que conforman grandes vacíos.

El Universo se caracterizó en sus primeras fases por una gran proximidad al equilibrio termodinámico, hasta llegar a la asombrosa enallía actual. Podríamos decir que la evolución del Universo es “enálica”.

También la evolución de las especies es “enálica”, de “vital” importancia, siendo esta evolución de la vida uno de los mayores enigmas cosmológicos.

Y hablando de aspectos más alejados de la física, podríamos hablar de la enallía en la distribución de la riqueza en un país, o de la enallía en la distribución de la población, con el contraste entre las grandes urbes, las aldeas y el campo. Podríamos oír frases como que “se esperaba que la democracia acabara con la enallía de la riqueza” o “la enallía de los núcleos urbanos está produciendo un vaciado del mundo rural”.

También la cultura (¡ay!) es enálica.

