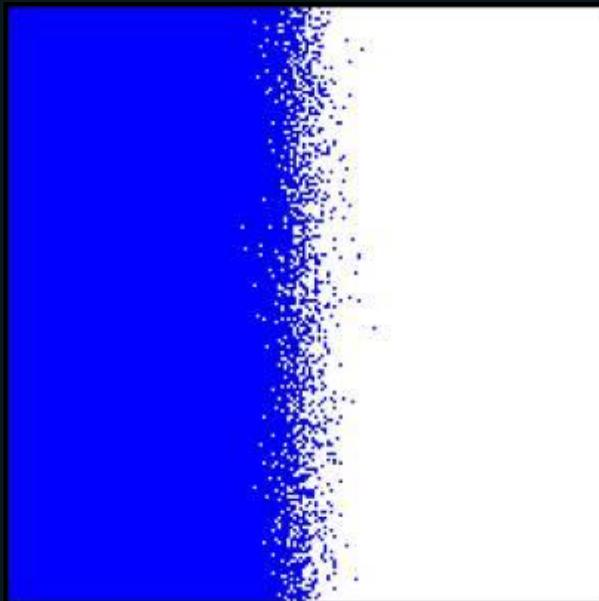


COMUNIDAD PAGANA DE MÉXICO

HERMANDAD DE LA DIOSA BLANCA

Entropía y Cambio



Sacerdotisa: Carmen Orellana – Tarwe - Maestro: Israel Darío González – Daro -

Luna Llena 16 de Septiembre 2016

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realiza una breve exposición de lo que es la entropía en la termodinámica clásica, basándonos principalmente en las obras que se dan en la bibliografía y los recursos de Internet; de igual manera se hace una breve reflexión de la aplicación que tiene el segundo principio de la termodinámica en el ámbito social y la interacción que ejerce la “energía espiritual”, “representada esta ” en los místicos, esto último es abordado desde un punto de vista general, no basándonos en ninguna corriente espiritual específica, eso sí la reflexión se sustenta en las obras del filósofo francés Henri Bergson: *La evolución Creativa* y *Las dos fuentes de la moral y de la religión*.

ENERGÍA

El término energía (del griego ἐνέργεια *enérgeia*, «actividad», «operación»; de ἐνεργός *energós*, «fuerza de acción» o «fuerza de trabajo») tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar o poner en movimiento.

En física, «energía» se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, «energía» se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para poder extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

Para el caso que nos ocupa debemos enfocarnos en lo que es la energía térmica, de la cual podemos decir lo siguiente: la energía térmica es la parte de la energía interna de un **sistema termodinámico**¹ en equilibrio que es proporcional a su temperatura absoluta y se incrementa o disminuye por transferencia de energía, generalmente en forma de calor o trabajo, en procesos termodinámicos. A nivel microscópico y en el marco de la Teoría cinética, es el total de la energía cinética media presente como el resultado de los movimientos aleatorios de átomos y moléculas o agitación térmica, que desaparecen en el cero absoluto. Figura 1.

¹Un sistema termodinámico es una parte del universo que se aísla para su estudio. Pudiendo este aislamiento llevarse a cabo de una manera real, en el campo experimental, por ejemplo una máquina térmica, o de una manera ideal como la máquina de Carnot, cuando se trata de abordar un estudio teórico.

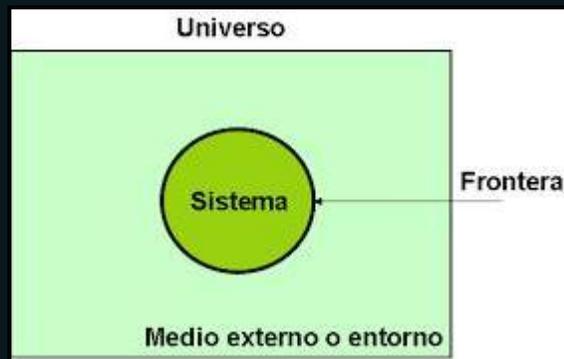


Figura1.

En 1807 Thomas Young acuñó el término energía y en 1852 lord Kelvin propuso su uso en termodinámica. El concepto energía interna y su símbolo U aparecieron por primera vez en los trabajos de Rudolph Clausius y William Rankine, en la segunda mitad del siglo XIX, y con el tiempo sustituyó a los términos trabajo interior, trabajo interno y energía intrínseca empleados habitualmente en esa época.

La energía térmica representa la energía interna total de un objeto: la suma de sus energías moleculares potencial y cinética. Cuando dos objetos con diferentes temperaturas se ponen en contacto, se transfiere energía de uno a otro. Por ejemplo, si se dejan caer carbones calientes en un recipiente con agua, la energía térmica se transferirá de los carbones al agua hasta que el sistema alcance una condición estable llamada equilibrio térmico.

En termodinámica, la energía térmica también conocida como energía interna de un sistema es la suma de las energías cinéticas de todas sus partículas constituyentes, más la suma de todas las energías potenciales de interacción entre ellas. La energía cinética y potencial son formas microscópicas de energía, es decir, se relacionan con la estructura molecular de un sistema y el grado de la actividad molecular, y son independientes de los marcos de referencia externos; por ello es importante aclarar que la energía interna no incluye la energía potencial debida a la interacción entre el sistema y su entorno, por lo tanto, la energía interna de una sustancia no incluye la energía que esta puede poseer como resultado de su posición macroscópica o su movimiento.

De acuerdo con la teoría atómica, la energía térmica representa energía cinética de moléculas que se mueven rápidamente. La elevación de temperatura corresponde a un incremento en la energía cinética promedio de las moléculas. Como la energía térmica representa la energía de átomos y moléculas que constituyen un objeto, a menudo se le llama energía interna. Desde el punto de vista atómico, la energía interna puede incluir no solo la energía cinética de las moléculas, sino también la energía potencial (generalmente de naturaleza eléctrica) debido a las posiciones relativas de los átomos dentro de las moléculas. A un nivel macroscópico, la energía interna corresponde a fuerzas no conservativas como la fricción. Al nivel atómico, sin embargo, la energía es parcialmente cinética y potencial, y las fuerzas correspondientes son conservativas.

Se utiliza el símbolo U para la energía interna. Durante un cambio de estado del sistema, la energía interna podría cambiar de un valor inicial U_1 a uno final U_2 . El cambio en energía interna se denota como: $\Delta U = U_2 - U_1$

Cuando se agrega cierta cantidad de calor Q a un sistema y este no realiza trabajo W durante el proceso (por lo que $W=0$), la energía interna aumenta en una cantidad igual a Q ; es decir, $\Delta U = Q$. Cuando el sistema efectúa un trabajo W expandiéndose contra su entorno y no se agrega calor durante ese proceso, sale energía del sistema y disminuye la energía interna: W es positivo, Q es cero y este no realiza trabajo durante el proceso (por lo

que $W=0$), la energía interna aumenta en una cantidad igual a Q ; es decir, $\Delta U = Q - W$. Si hay tanto transferencia de calor como trabajo, el cambio total de energía interna es:

$$U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W \quad (\text{primera ley de la termodinámica})$$

Esto significa que cuando se agrega calor Q a un sistema, una parte de esta energía agregada permanece en el sistema, modificando su energía interna en una cantidad ΔU ; el resto sale del sistema cuando este efectúa un trabajo W contra su entorno. Puesto que W y Q pueden ser positivos, negativos o cero, ΔU puede ser positiva, negativa o cero para diferentes procesos. La primera ley de la termodinámica es una generalización del principio de conservación de la energía para incluir la transferencia de energía como calor y trabajo mecánico.

TRANSMISIÓN DE LA ENERGÍA

La energía no solo puede cambiar de forma es decir de energía potencial a cinética, de energía mecánica a calórica o eléctrica y así sucesivamente, sino que también se puede transmitir. La transmisión se efectúa por medio de ondas. Las ondas son los cambios sucesivos de una forma de energía a otra, su existencia queda incluida dentro del proceso general de transformación.

Las ondas se caracterizan por propagar la energía produciendo cambios en el medio sin que el medio aparentemente no se movilice. El ejemplo típico de una onda sería el momento en que las olas que se forman en el agua tranquila al arrojar una piedra son capaces de impulsar un barco de papel que flote en la superficie. Las ondas sólo transmiten la energía, no desplazan el agua. Otro ejemplo lo constituye la transmisión del sonido a través del aire, que se transmite por ondas sin desplazar a este, a diferencia del viento, que al soplar sí desplaza el aire pero no forma ondas. Existen ondas que para transmitirse necesitan de un medio transmisor - agua, aire- por ejemplo: ondas mecánicas, ondas de sonido, etc. Las ondas electromagnéticas se pueden transmitir sin la necesidad de un medio transmisor, que incluso se transmiten en el vacío.

En el caso de las ondas que se producen en el agua existe deformación de la superficie pero no hay transporte de masa. Para describir las ondas es preciso reconocer tres variables: la velocidad con que cada onda viaja, la distancia que existe entre onda y onda y el número de ondas que pasan por un punto dado cada segundo, es decir su frecuencia. Las ondas se pueden transmitir longitudinalmente o transversalmente. La transmisión es longitudinal cuando la vibración de las partículas se hace en el sentido de la dirección en que las ondas viajan, tal como sucede en el caso de transmitir el impulso de una larga serie de pelotas de billar colocadas en contacto y en hilera: al golpear la primera se impulsa a la última sin que se muevan las demás; éste es un ejemplo de transmisión longitudinal. La transmisión

transversal se lleva a cabo cuando la vibración de las partículas se hace en sentido transversal al medio, tal como es con las cuerdas de la guitarra.

La velocidad con que se transmite una onda no depende de la fuente de energía que la genera ni de su amplitud o su frecuencia, sino de las propiedades del medio por el que se propaga. En el aire la velocidad de las ondas es de 332 m/seg. en el agua del mar es de 1,404 m/seg. y en el vacío, en el caso de las ondas electromagnéticas es la velocidad de la luz, 300, 000 Km./seg.

Al decir que las partículas del medio no se mueven al paso de una onda estamos haciendo una simplificación. Lo que debe entenderse es que no hay desplazamiento de la masa, ya que las partículas si se mueven, longitudinal o transversalmente, pero siempre regresan a su lugar. La transmisión de la energía en forma de ondas por un medio consiste en la transformación continua, de una partícula a otra, de energía cinética a energía potencial y así sucesivamente. A causa de esto la transmisión de la energía por medio de ondas también constituye un proceso de transformación continua y sucesiva de energía en el medio transmisor.

La transmisión de la energía electromagnética posee características particulares. Las ondas electromagnéticas se pueden transmitir a través de un medio conductor (un alambre de cobre), produciendo una alternancia entre un campo magnético y un campo eléctrico; algo semejante a lo que sucede con la transmisión de una onda mecánica en su medio transmisor, en el que hay una alternancia entre energía cinética y energía potencial. Existe cierta similitud entre las energías magnética y cinética y las energías potencial y eléctrica: hay un intercambio de forma entre la energía eléctrica y magnética del mismo modo que lo hay entre la energía potencial y eléctrica. La energía electromagnética se transmite en ondas transversales. Lo sorprendente de la energía electromagnética es que se puede transmitir en el vacío sin necesidad de un medio conductor.

Maxwell en 1864 estableció que la luz es una forma de onda electromagnética, basándose en el hecho de que las ondas electromagnéticas se transmiten en el vacío a la velocidad de la luz. Maxwell describió la onda electromagnética, incluso la luz, por medio de un frente de onda en el que en cualquier instante los campos eléctricos y magnéticos se cortan perpendicularmente entre sí y estos, a su vez, son perpendiculares a la dirección de la onda de propagación. Se trata de una corriente de desplazamiento, como si la energía electromagnética al trasladarse llevara consigo su propio conductor al mantener de manera continua y progresiva el ciclo alterno de campo eléctrico a campo magnético. En realidad la transmisión de la energía electromagnética en el espacio vacío es idéntica en su mecanismo a la transmisión de dicha energía por medio de un alambre conductor. Es el mismo ciclo alterno de campos. Una diferencia fundamental entre la transmisión de la energía mecánica -a través de medios conductores como el agua y el aire- y la energía electromagnética, es que en esta última nada se mueve; lo único que cambia son las intensidades de los campos.

Las ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio vacío son de distinto tipo. Se les distingue por su frecuencia y su longitud de onda. La longitud de onda depende de la distancia que existe entre onda y onda, mientras que la frecuencia consiste en el número de ondas que pasan por un punto dado en un segundo. Entre menor es la frecuencia mayor es la longitud de onda y viceversa. Las ondas de radio tienen una longitud que oscila entre los doscientos y los cuatrocientos cincuenta metros, y una frecuencia que varía entre 10 y 100 ciclos por segundo. Las ondas de radio son las que tienen mayor longitud y menor frecuencia; el organismo humano no posee órganos sensoriales capaces de detectarlas. Son recibidas por aparatos de onda corta y larga donde son transformadas en sonido. Las ondas de televisión tienen una longitud que oscila entre uno y diez metros y son captadas por los receptores de televisión que la transforman en energía luminosa. La longitud de ondas de radar es de uno a diez centímetros y son percibidas por aparatos de radar. Las ondas infrarrojas tienen una longitud que oscila entre 700 y 105 Nm (nanómetros); estas son registradas por fotocélulas, con película fotográfica y por medio de termopilas. La luz visible posee una longitud de onda que oscila entre los 400 y 750 Nm y es percibida por el ojo, la fotocélula y la película fotográfica. Los rayos X, rayos gamma y rayos cósmicos tienen longitudes de onda de 1 a 10 Nm, de 0.1 a 1 Nm y de 0.001 a 0.01 Nm, respectivamente; estos tres últimos tipos de rayos son captados por el tubo de Geiger. Los rayos gamma tienen una frecuencia 10 20 ciclos por segundo. Los instrumentos que se han diseñado para registrar los distintos tipos de ondas electromagnéticas generalmente consumen energía para amplificarlas y convertirlas en cierta forma de energía que se pueda captar y así conocer de su existencia.

Existe una equivalencia entre la energía y la masa. Si las diversas formas de energía electromagnética se transmiten en el vacío, gracias a una alternancia de campo eléctrico y magnético, quiere decir que también se está transmitiendo masa.

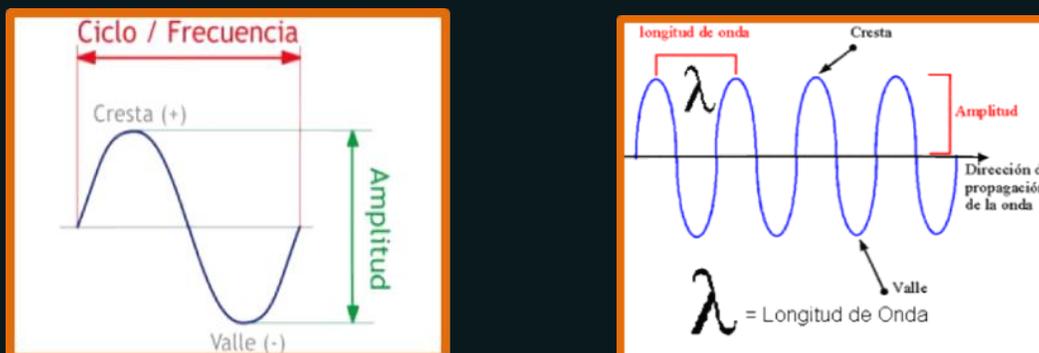


Figura 2.

Ambos conceptos son intercambiables. Cantidad de movimiento o momentum es cuando la masa posee velocidad. La energía que se transmite por las ondas electromagnéticas ejerce

una presión sobre la superficie en que estas caen, lo que recibe el nombre de presión de radiación. La energía que se convierte en masa por transmitirse a la velocidad de la luz, constituye la forma más elemental de la masa. Fue Maxwell quien estableció que la presión ejercida es igual a la energía de radiación contenida en la unidad de volumen del espacio recorrido por dicha energía, siempre y cuando la superficie expuesta la absorba completamente. Esto fue comprobado experimentalmente por Lebedev en 1900. Existe una similitud entre la energía radiante y la masa. Einstein demostró que no solamente la energía tiene una masa equivalente sino que la masa tiene una energía equivalente:

$$\text{Energía} = \text{masa} \times \text{velocidad de la luz}^2$$

$$\text{Masa} = \text{energía} / \text{velocidad de la luz}^2$$

Tanto la energía radiante como la masa son manifestaciones distintas de lo mismo. Por ello en el universo tanto los cuerpos radiantes como los cuerpos extremadamente calientes estén perdiendo constantemente masa en forma de energía.

Basta que un objeto posea temperatura para que emita radiaciones electromagnéticas. A mayor temperatura, mayor emisión de energía electromagnética. Cuando la temperatura de un cuerpo es superior a la de su ambiente por mínima que sea la diferencia emite más radiación electromagnética que la que absorbe. La tendencia de todos los objetos que existen en el universo es emitir radiaciones electromagnéticas puesto que están a mayor temperatura que el espacio, o por lo menos, a la misma temperatura. A mayor temperatura de un objeto, mayor emisión de energía radiante y por tanto, pérdida de masa. Esta energía radiante que se pierde tiende a redistribuirse en todo el espacio y a aumentar la entropía. Entre mejor absorba un cuerpo la energía electromagnética, mejor la emite.

El ejemplo teórico de esto es el llamado cuerpo negro, capaz de absorber toda la energía que recibe, cualquiera que sea su longitud de onda. El cuerpo negro consiste en un objeto hueco con paredes negras que solo tiene un pequeño orificio por el que penetra la energía; esta queda atrapada ya que difícilmente vuelve a salir por el orificio. Este fenómeno aumenta proporcionalmente al incrementarse la temperatura del objeto. La absorción y la emisión de energía por un objeto dependen exclusivamente de su temperatura. Este manejo de la energía por los objetos, en función de la temperatura, obedece a lo que postula la segunda ley de la termodinámica:

Definición formal del segundo principio de la termodinámica:

En un estado de equilibrio, los valores que toman los parámetros característicos de un sistema termodinámico cerrado son tales que maximizan el valor de una cierta magnitud que está en función de dichos parámetros, llamada entropía.

ORIGEN DEL CONCEPTO DE ENTROPÍA

Lo primero que se debe subrayar al definir el concepto de entropía es que este concepto surgió a raíz de un hecho eminentemente práctico, es decir se debe a los trabajos que se realizaron con las llamadas máquinas térmicas, en su trabajo *Reflexiones sobre la potencia motriz del calor*, Sadi Carnot, demostró la posibilidad de obtener trabajo mecánico a partir de una máquina operando entre dos cuerpos y entre las cuales hay una diferencia de temperaturas. Dicha máquina la imaginó Carnot tal como sigue:

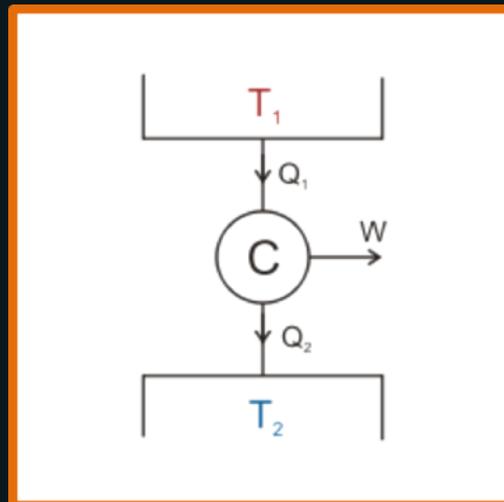


Figura 3.

En esta máquina Carnot imagina una masa fija de gas, por ejemplo aire, el cual está contenido dentro de un recipiente metálico de paredes fijas, exceptuando la parte superior el cual consistía en un pistón, con el cual se podía regular la presión, y por lo tanto el volumen del gas en el cilindro, con esto Carnot ideó un proceso mediante el cual el gas (aire) regresaba a su estado original (a igual presión y volumen) siguiendo un determinado número de pasos y sentido. Aquí podemos mencionar dos características de este sistema: 1)

un proceso cíclico y 2) un proceso ideal el cual es reversible. Lo anterior nos da el siguiente razonamiento: “Si durante este proceso cíclico la sustancia con la que opera la máquina recibe una cantidad de calor proveniente de un cuerpo de mayor temperatura y cede otra cantidad de calor, menor que la primera, a otro cuerpo de menor temperatura, el principio de conservación de energía es la diferencia de valores de calor cedido y calor absorbido.”

En nuestro diagrama anterior –figura 3- podemos ver lo siguiente: llamamos C a nuestra máquina ideal, T_1 y T_2 a las temperaturas de cada cuerpo, donde $T_1 > T_2$, $|Q_1|$ al calor absorbido proveniente del cuerpo de mayor temperatura T_1 y $-|Q_2|$ al calor cedido al cuerpo de menor temperatura es decir T_2 , el trabajo realizado por nuestra máquina es:

$$W = |Q_1| - |Q_2| \quad (1)$$

Cuantificando el rendimiento de esta máquina, Carnot definió la eficiencia, como el cociente entre la energía que se obtiene, W en este caso, y la energía que “cuesta dinero producir” $|Q_1|$

Esta eficiencia la podemos definir como sigue:

$$e = W/Q_1 ; \quad e = 1 - Q_2/Q_1 \quad (2)$$

Donde la segunda igualdad se obtiene al sustituir W por su valor dado en la ecuación (1) Un principio muy importante en la teoría de las máquinas térmicas, posteriormente denominado segunda ley de la termodinámica, es que $|Q_2|$ nunca puede ser cero: si esto fuera así, sería posible entonces construir una máquina que, operando en ciclos, extrajera todo el calor de un cuerpo caliente y convertirlo íntegramente en trabajo $W = |Q_2|$ Dicha máquina sería llamada *perpetuum mobile* de segunda clase la cual no existe. Así de acuerdo a la ecuación (2) la eficiencia de cualquier máquina ideal, operando entre dos cuerpos solamente, no puede ser y nunca será del 100% es decir siempre operará con un valor inferior de uno $e < 1$

La segunda aportación de Carnot a este campo fue el argumento de que la eficiencia de cualquier máquina ideal, operando entre dos cuerpos a temperaturas diferentes, depende solo de las temperaturas de dichos cuerpos independientemente de cualquier otra variable que pueda intervenir en el proceso, no obstante no demostró matemáticamente esto. Correspondió a R.J.E Clausius llevar a cabo dicha demostración, aunque su trabajo publicado en 1854 es muy complicado para exponerlo aquí, esencialmente a manera de postulado es que para una máquina ideal la suma de los cocientes entre el calor que intercambia con un cuerpo, a temperatura dada, y la temperatura de dicho cuerpo es igual a cero. Aplicando la hipótesis a la máquina de Carnot del diagrama anterior se obtiene:

$$|Q1|/T1 - |Q2|/T2 = 0$$

o bien:

$$|Q1|/|Q2| - T1/T2 = 0$$

Esta igualdad al ser sustituida en la ecuación (2) nos da el resultado es decir:

$$e = 1 - T2/T1 \quad (3)$$

La ecuación (3) permite entonces calcular la eficiencia máxima con la que cualquier máquina térmica puede operar entre dos temperaturas, entendiendo nosotros que en la práctica no existen tales máquinas operando en ciclos ideales o reversibles, las cuales solo son producto de la mente.

Así podemos preguntarnos ¿Qué significado tiene la afirmación de Clausius, anteriormente mencionada para procesos ideales o reversibles? Tomemos nuevamente, el gas contenido en un cilindro con un pistón móvil como tapa superior. Dicho gas (masa constante) posee varios atributos, fáciles de medirse, como son la presión (**p**), volumen (**V**), temperatura (**T**), etc. Si ahora se fijan los valores de dos variables, **p** y **V** decimos que hemos definido el estado del gas. Más aun, si estos dos valores no cambian con el tiempo se dice entonces que dicho sistema está en equilibrio. Evidentemente dichos procesos solo son concebibles en nuestra mente, pues en la naturaleza ningún proceso es reversible. De esta abstracción se deriva el famoso concepto de: “**proceso ideal.**” Y es precisamente a partir de este tipo de procesos que Clausius pudo generalizar su hipótesis primitiva y demostrar que la suma de los cocientes **Q/T** para una máquina, intercambiando calor con un número arbitrario de cuerpos, es cero. De ahí infirió que dicha suma no depende del proceso y que por lo tanto depende del sistema que sufre dicho proceso, esto es que dados **p**, **V**, **T**, la energía **U**, etc., esa suma es una cualidad del sistema, atributo que denominó *entropía*².

² *De Tropos, cambio*

Nota. Se denota la entropía con el símbolo S

De esta manera, si se tiene un sistema cualquiera que inicialmente se encuentre en estado de equilibrio, al que se denotará como **A**, y que mediante un proceso reversible se le lleva a otro estado también de equilibrio y al que se llamará **B**, la diferencia entre las entropías de **A** a **B**, **S(B) - S(A)** es igual a la suma de los cocientes del calor transferido entre el sistema y los cuerpos con los que intercambia calor, en las diferentes fases del proceso y las temperaturas de dichos cuerpos., siempre la masa en nuestro sistema cerrado permanece constante.

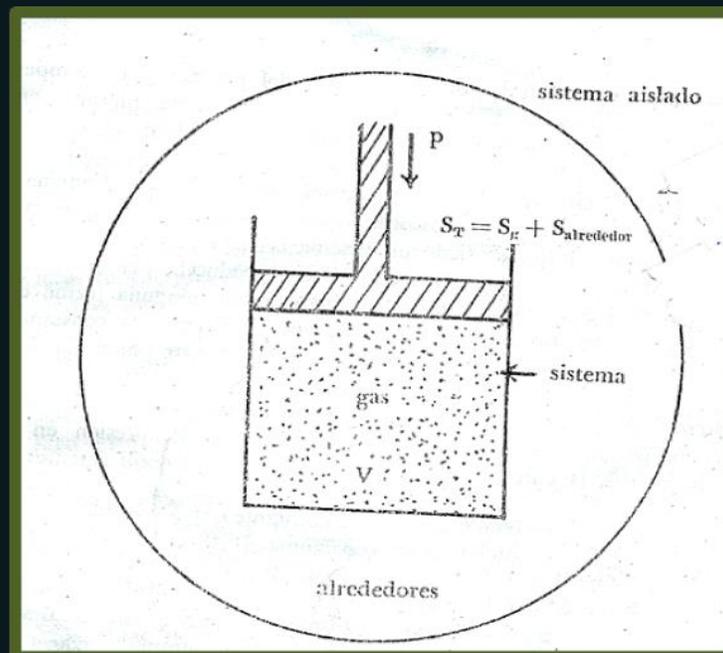
Utilizando esta definición de entropía, Clausius demostró una serie de proposiciones que a continuación veremos: Supongamos que tenemos un sistema cerrado y aislado, atributo que implica que si se desprecia la acción producida por la fuerza gravedad, el sistema no puede intercambiar ninguna forma de energía con su alrededor, de manera que su energía es constante. Además está confinado a un volumen dado, por lo que su entropía es función de la energía y el volumen. Clausius demostró que si en un sistema con estas características se provoca un proceso entre dos estados de equilibrio, es decir una expansión o una compresión en el caso del gas, la entropía nunca puede disminuir. Simbólicamente esto es:

$$\Delta S \equiv S (\text{estado final } U = \text{constante}) - S (\text{estado inicial, } U = \text{constante}) \geq 0 \quad (4)$$

donde U representa la energía interna y la igualdad se cumple solo cuando el proceso es ideal. Así deducimos que si la energía es constante, la entropía tiende a un máximo consistente con el valor de la energía. En el caso del gas, al cabo de muchas expansiones sucesivas hasta llegar a la última posible fijada por un valor del volumen, digamos V_0

$$S (U, V_0) \text{ es un máximo, } \quad (\text{masa} = \text{constante})$$

Este resultado es de suma importancia en todos los fenómenos "térmicos" que ocurren en la materia y también es la fuente de una enorme confusión respecto al uso del concepto de entropía.



Si el sistema es cerrado, pero puede intercambiar energía con una porción del universo que se denomina como "alrededores" el resultado expresado en la fórmula (4) sigue siendo válido.

$$S_{\text{(TOTAL)}} = S_{\text{gas}} + S_{\text{alrededores}}$$

$$(\Delta S)_{\text{TOTAL}} = (\Delta S)_{\text{SISTEMA}} + (\Delta S)_{\text{ALREDEDORES}} \geq 0$$

Esta fórmula implica que en estos casos, la entropía de uno u otro sistema (gas) alrededores (aire), puede disminuir siempre y cuando el cambio total de la entropía no sea negativo. Nuevamente la igualdad se satisface si los procesos involucrados en estos cambios son ideales. La culminación del trabajo de Clausius se encuentra resumida como sigue:

1. **La energía del universo es constante**
2. **La entropía del universo tiende a un máximo.**

Hasta aquí llega nuestro estudio sobre la entropía, tal como se concibe en la termodinámica clásica. La entropía es, pues el atributo de un sistema cuyo valor puede calcularse si y solo si el sistema esté en equilibrio.

ENTROPÍA Y “DESORGANIZACIÓN”

¿Por qué la entropía?



La temperatura es un atributo inherente a cualquier sistema macroscópico el cual permite establecer una relación de orden en función de lo que se conoce como grado relativo de

calentamiento. Ahora consideremos un conjunto arbitrario de cuerpos, un gas **A**, un vaso con un líquido **B**, un trozo de madera **C**, y un pedazo de plomo **D**.

Mediante un termómetro, se puede ordenar este conjunto de cuerpos, a través de una relación de $>$ que indique “mas caliente que”. Así por ejemplo después de medir sus temperaturas, tenemos:

$$A > C = B > D > \dots$$

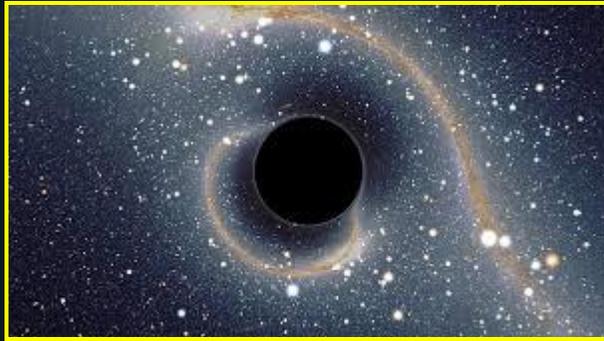
esto es el gas está “mas caliente” que el liquido, tan caliente como la madera, pero mas que el plomo, etc. Se establece esta relación de orden de temperaturas como consecuencia de la “ley cero de la termodinámica”.

Examinemos ahora algunas características de los sistemas termodinámicos. Está claro que todo sistema en equilibrio está caracterizado por restricciones geométricas, es decir que estas definen la extensión del sistema: volumen **V**, área **A** o longitud **L**., restricciones que nosotros llamamos mecánicas y que imponen valores a variables como la presión **p**, tensión **T**, campo eléctrico ϵ , etcétera, y restricciones térmicas que imponen valores a variables como la energía **U** y la temperatura **T**. En un sistema aislado y cerrado despreciando los efectos del campo gravitacional, todas las restricciones afectan a las variables extensivas únicamente.

Estas variables son aquellas que si se parte al sistema en **n** partes, el valor total de la variable es la suma de los valores de cada una de esas **n** partes. Hay que notar que si en un sistema aislado y cerrado en un estado de equilibrio se remueve una restricción, se induce un proceso de equilibrio o bien diríamos de re-equilibrio con una restricción menos lo cual nos lleva a un nuevo estado final de equilibrio con una restricción menos que la que se tenía al comienzo. Por lo anterior podemos preguntarnos ¿Puede ordenarse la secuencia de cuerpos **A, B, C, D ...**, de nuestro ejemplo a través de una variable que mida su “índice o grado de restricción? de existir este índice que podríamos llamar **Z** tiene que estar en función exclusivamente de las variables extensivas (**U, V, N...**) la respuesta es afirmativa solo que su valor será **- Z** es decir:

$$S = - Z$$

Si se acepta que un sistema está mas “organizado” mientras mayor es el numero de restricciones impuestas, entonces la entropía **S** es la medida de la falta de organización o bien es “la desorganización” de un sistema microscópico aislado y cerrado. Cada vez que se remueve una restricción a nuestro sistema, es un sistema con una restricción menos y mas desorganizado. En todos estos procesos inducidos se continúa realizando trabajo útil, de ahí que se suele asociar a la entropía con la capacidad a realizar trabajo.



Agujero Negro

ENTROPIA Y ENERGIA

Considerando una definición formal de la palabra *sistema*, decimos que todo re-cambio de materia y energía que se lleva a cabo en un sistema, se hace con el medio ambiente (los alrededores). Así cuando en un sistema hay un aumento en la cantidad de energía, (calentamiento) esta energía la pierde el medio ambiente y viceversa.

La estabilidad de un sistema depende de dos factores: la entalpía y la entropía. La entalpía consiste en la cantidad de energía que existe en un sistema; entre menor sea la entalpía, mayor será la estabilidad de un sistema. La entropía se refiere al grado de distribución de la energía que existe en un sistema; entre mas uniforme sea la distribución y homogeneizada se encuentre la energía, mayor será la entropía.

Los sistemas pueden ser abiertos o cerrados. El universo es el único sistema cerrado que existe. Este no puede intercambiar energía con algún otro sistema solar, es decir el sistema no tiene alrededores. Así de acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, los sistemas cerrados (siendo el universo el único posible) tienden a lograr su estado de mayor estabilidad, mayor probabilidad, mayor dispersión y menor orden. Los sistemas cerrados, por sí solos tienden, sin que nada influya en ellos, a aumentar la entropía. Teóricamente sólo el universo por ser el único sistema cerrado, puede ser dejado así mismo, sin que nada influya en él. Sólo en el universo los procesos son estrictamente unidireccionales e irreversibles. En el universo la entalpía siempre es constante.

A parte del universo todos los otros sistemas sea cual sea, son sistemas abiertos. Los sistemas abiertos intercambian energía y materia con los alrededores (medio ambiente). En los sistemas abiertos, los procesos pueden ser reversibles y no exclusivamente unidireccionales e irreversibles, como acontece en un sistema cerrado. No obstante, en los hechos se demuestra que incluso en los sistemas abiertos, los procesos tienden a ser unidireccionales e irreversibles. Por ejemplo: una piedra que ha caído desde lo alto de una montaña, ha pasado de un estado de desequilibrio (menor estabilidad y probabilidad) a otro

de mayor estabilidad y probabilidad. Aun cuando el sistema piedra-montaña es abierto, y teóricamente puede recibir energía del medio ambiente, resulta difícil admitir que por calentamiento, por ejemplo, la piedra regresará a su estado original en la cima de la montaña. Ahora bien por el hecho de ser un sistema abierto es posible que alguien lleve la piedra hasta la cima de la montaña y la coloque en su sitio inicial.

Los sistemas compuestos de materia viva son los sistemas mas abiertos que existen; por ello intercambian materia y energía continuamente con el medio ambiente, lo que les permite estructurarse como los sistemas mas ordenados, mas inestables, mas heterogéneos y menos probables que se conocen en la naturaleza. Los sistemas compuestos por materia viva logran mayor nivel de diferenciación con el medio ambiente debido a la energía que obtienen de otros sistemas. Los sistemas compuestos por materia viva requieren un máximo de energía durante la fase de crecimiento mientras transcurre su etapa de integración y estructuración.

Los organismos vivos son los únicos que pueden tener una entropía negativa a expensas de aumentar la entropía del medio ambiente, lo que solo sucede en la etapa de crecimiento. En la madurez, la energía es utilizada por los organismos vivos para mantener el orden y la estructuración lograda durante el crecimiento. Al declinar la vida, al llegar la senectud, aumenta la entropía del sistema-organismo, se inicia su desintegración y su autodestrucción.

Estas etapas de la vida de los animales, en relación al consumo de energía había sido intuita por G. Hegel: “ A esto se une que el animal tiene voz, porque su subjetividad como espacio y su automovimiento representan como un libre estremecerse en sí mismo, que tiene calor animal, como proceso continuativo de disolución de la cohesión y del subsistir independiente de las partes en la conservación continuativa de la figura; que tiene además intromisión periódica de alimento, la cual es relación individualizada a una naturaleza individual inorgánica; y sobre todo que el animal tiene sentimiento en cuanto a la determinación, individualidad inmediatamente universal que permanece en el dominio de sí y se conserva; es la idealidad existente de la determinación.”³ Para Hegel la “intromisión periódica de alimento” al organismo animal constituye el ingreso de energía al sistema y que “el auto-movimiento ... como un libre estremecerse de si mismo” corresponde a la transformación de energía en trabajo por parte del organismo como un sistema compuesto por materia viva; que el “subsistir independiente de las partes en la conservación continuativa de la figura” consiste en el crecimiento, la integración y la estructuración del organismo y su diferenciación, desequilibrio e inestabilidad en relación a los alrededores; “el que tiene calor animal” corresponde a la pérdida de la energía en forma de calor después de haber sido transformada en trabajo; por último, “el proceso continuativo de disolución de la cohesión” estaría dado por la desintegración del organismo y por el aumento de su entropía.

La muerte de un sistema compuesto por materia viva, significa la integración de dicho sistema al medio ambiente, el logro de su máxima entropía, al incorporarse y alcanzar el equilibrio y la estabilidad a que tiende el resto del universo. Esta fuerza entrópica del cosmos hace que sea mas probable estar muerto que vivo.

El sistema sociedad, compuesto por seres humanos es un organismo biológico de materia viva y como tal tiende a organizarse y estructurarse a expensas de un consumo continuo de energía que obtiene, como sistema abierto que es del medio ambiente o los alrededores. Las maquinas que han incorporado los hombres a “su” sistema también contribuyen al proceso de integración al sistema y a la desintegración de los alrededores. Los seres humanos y las maquinas que componen el sistema-sociedad, se van renovando durante la vida de este sistema.

La evidencia muestra que los procesos de la naturaleza son unidireccionales, es decir no tienen reversibilidad y que asimismo tienden a aumentar la entropía. Un sistema se distingue de sus alrededores por sus características físicas; resulta sencillo darse cuenta que un iceberg es distinto del océano que lo rodea por ser sólido y porque parte de su masa sobresale de la superficie. A medida que se funde se iguala al medio que lo rodea. La entropía mide la perdida de esas características que distinguen a un sistema de sus alrededores. Es decir la entropía es el grado de desorden, el equilibrio máximo en el cual ya no puede haber mas cambios físico y químicos, ni se puede desarrollar ningún trabajo y donde la presión, la temperatura y la concentración son uniformes a todo el sistema. Los procesos de la naturaleza, al aumentar la entropía se hacen irreversibles. Aquél proceso que llega a su grado máximo de equilibrio, “desorden”, de entropía, ya no puede regresar a sus etapas iniciales de evolución, de origen, de nacimiento. Se podría decir que en cada etapa, la evolución del proceso de degradación de la energía se niega así misma para que la suceda la siguiente y así sucesivamente.

Jorge Luis Borges menciona que “la segunda ley de la termodinámica declara que hay procesos energéticos que son irreversibles. El calor y la luz no son mas que formas de la energía. Basta proyectar un haz de luz sobre una superficie negra para que se convierta en calor. El calor en cambio ya no volverá a forma de luz. Esta comprobación de aspecto inofensivo, anula el “laberinto circular” del Eterno Retorno. La primera ley de la termodinámica declara que la energía del universo es constante; la segunda que esa energía propende al desorden, aunque la cantidad total no decrece. Esa gradual desintegración de las fuerzas que componen el universo, es la entropía. Una vez alcanzado el máximo de entropía e igualadas las diversas temperaturas, una vez compensada toda acción de un cuerpo sobre otro, el mundo será un fortuito concurso de átomos. En el centro profundo de las estrellas, ese difícil y mortal equilibrio se ha logrado. A fuerza de intercambios el universo entero lo alcanzará y estará tibio y muerto.”⁴

³G.W.F. Hegel, *Filosofía de la lógica y de la naturaleza*.

⁴J.L Borges, *Historia de la eternidad* Pág. 88-89



Caos y entropía en el metro.

Philippe Naud

De Carnot a Bergson: de la entropía clásica a la “Termodinámica de Sociedades”

Damos paso ahora desde una óptica si se quiere social, a una breve reflexión sobre el concepto del *esfuerzo vital*, principio primero en la obra de Henri Bergson: *La Evolución Creativa*, el cual es preciso abordar para entender en qué sentido este concepto tiene implicación en la sociedad, en el sentido metafísico del mismo. Para Bergson el esfuerzo vital es el principio fundamental, la esencia de las cosas, la exigencia última de la creación continua e imprevisible. Progreso heterogéneo y evolución hacia la novedad. Este concepto está designado también con los nombres de “esfuerzo original de vida”, “aliento de vida”, “impulsión”, o “empuje interior que lleva vida”. El esfuerzo vital se identifica principalmente con la conciencia o mas bien se debería decir a una “Supra-Conciencia” esto último enmarcado dentro de la filosofía de los alexandrinos⁵.

⁵ *Bergson recuerda que Dios es una supra-conciencia, según la “terminología de los alexandrinios” (Revue Melanges, p. 396), “Conciencia o supra-conciencia es como un cohete cuyas chispas al despegar ilumina a los organismos.”, (Bergson, EC, p. 261/716).*

Anteriormente en su obra *Materia y memoria*, la “conciencia” era asimilada a lo cualitativo del dato inmediato –una conciencia cualitativa- dicho concepto no estaba asimilado tal como se nos presenta en su siguiente obra *La evolución creativa: del sujeto a la vida toda entera*, pasando por la relación entre alma y cuerpo, la conciencia alcanza su dimensión supra-biológica en la toma de la vida, tomada la vida en su movimiento evolutivo y deviniendo (siendo) co-extensiva tanto a los seres orgánicos como inorgánicos. Todo aquello que es espiritual y vital podríamos decir que es consciente. La conciencia se podría extender pues desde el más pequeño a animal hasta el hombre, y si ésta aparentemente no está presente en el caso de las plantas, no es porque ella esté excluida (hablando en un sentido metafísico) sino porque podríamos decir que “duerme o está latente”. Así podemos decir que toda vida es Conciencia, conciencia y manifestación de la Divinidad que como ha dicho Bergson somos chispas de esa Supra-conciencia, que en nuestro caso es la Diosa. Por lo que la extensión de este concepto nos revela una implicación de ir más allá de lo físico y biológico para ir a lo meta-biológico y meta-físico.

Esta conciencia, co-extensiva a la vida, nos marca la oposición a teorías evolucionistas-mecanicistas y finalistas y por lo tanto reduccionistas. Por lo que la vida misma se opone a este tipo de discursos, el cual consiste en cortar en trozos la vida e ir la armando en pequeños pedazos y fragmentos dando a cada parte una explicación parcializada y no holística. Ahora bien para Bergson nada se da por adelantado, la vida es “Creación continua partiendo siempre de la impredecible novedad”, de lo que no está dado y que no podemos determinar, controlar, predecir.

La vida así mostrada “aparece como una corriente que va de un germen a otro germen por intermedio de un organismo más desarrollado” una evolución no biológica sino metafísica, es decir entre más desarrollado este organismo, más se aproximará a la Supra-conciencia, la cual toma en cuenta sus antecedentes orgánicos.

Es decir en la obra de Bergson *La evolución creativa*, el objeto es mostrarnos la naturaleza metafísica de la vida, la cual podemos dimensionar en toda su amplitud haciendo un profundo estudio reflexivo de nosotros mismos. Es necesario remontarnos a nuestros orígenes para constituir una cosmogonía propia de nosotros mismos, algo así como una introspección de nosotros, una vuelta al principio, un retorno al origen. Todo lo que es físico y positivo habría que redefinirlo en términos metafísicos. De hecho el aparente no movimiento de resistencia de la materia a la vida muestra esto como de autodestrucción, sin embargo frente a este aparente no movimiento se erige un movimiento o fenómeno de creación, que se renueva sin cesar a cada instante y que el todo lleva acabo. Lo que nos da a entender las leyes particulares de la física, principalmente de la termodinámica es que la

vida lucha sin cesar hacia un movimiento de auto-destrucción que sin embargo, desde otras perspectivas es y se puede decir de Creación.

Uno de los abordamientos inesperados en las obras de este filósofo y hasta ahora inexplorados entre *La evolución creativa* y *Las fuentes de la moral y la Religión* consiste en la aplicación que se hace en esta última obra del segundo principio de la termodinámica –o principio de la evolución- entendido como tal para Bergson.

Es muy importante comprender la exposición que hace Bergson del principio de Carnot el cual es:

“... la más metafísica de las leyes de la física, que nos muestra, sin símbolos interpuestos, sin artificios de medida, la dirección en que marcha el mundo. Dice que los cambios visibles y heterogéneos se diluirán cada vez más en cambios invisibles y homogéneos, y que la inestabilidad a la que debemos la riqueza y la variedad de los cambios que se cumplen en nuestro sistema solar cederá poco a poco su lugar a la estabilidad relativa de conmociones elementales que se repetirán indefinidamente.”⁶

⁶ *Henri Bergson. La evolución creativa. Pág. 221*

En *La Evolución Creativa* no hace sino expresar las relaciones entre estabilidad e inestabilidad, orden y desorden en el universo, que bien se podrían también aplicar de cierta manera sobre el plan sociológico:

Según esta ley de degradación de la energía y de aumento de la entropía, un sistema cerrado se transforma espontáneamente a condición que su entropía aumente, es decir que evolucione hacia un mas grande “desorden” (sabiendo que la entropía de un sistema es proporcional a su “desorden”), que sin embargo como se puede entender esto, que evolucione hacia estados de mayor Creación.

Pareciera que la dicotomía operada por Bergson, entre “sociedades cerradas” y “sociedades abiertas”, hace referencia también a las distinciones fundamentales entre “religiones estáticas” y “religiones dinámicas” o bien “morales cerradas” y “morales abiertas” incidiendo directamente aunque no completamente en el segundo principio de la termodinámica, que es sin embargo desde a una aproximación metafísica.

En efecto Bergson distingue precisamente estos sistemas que designan a las sociedades “cerradas” y de las cuales las características fundamentales son: “el replegamiento y regresión sobre si mismas, la cohesión, la jerarquía, la autoridad absoluta del jefe” todo ello significando una disciplina muy marcada dando en consecuencia un espíritu de guerra. Este tipo de sistemas nos envían a sociedades rudimentarias, primarias, “primitivas” las cuales por las características que se mencionan se pueden considerar como sociedades verticalistas y no horizontales, esto pudiendo indicar que el “progreso” de las sociedades es un progreso que se caracteriza por un crecimiento tanto vertical como horizontal.

Sin embargo podríamos pensar que las sociedades mas cerradas no caminan hacia un desorden hacia una entropía, hacia algún tipo de creación, (¡bueno, por algo son cerradas!), y que a este tipo de sociedades no se les puede aplicar el segundo principio de la termodinámica, no obstante pequeñas aberturas, pequeñas fisuras, grietas imperceptibles, se producen en interior de estos sistemas (entiendo por sistema toda organización donde hay interacción, comunicación e interdependencia), permitiendo liberar cierta cantidad de energía hacia el medio exterior, condicionando así su evolución hacia la creación. Bergson parece bien entender esto, cuando hace un llamado a tal hipótesis mencionando:

“Todo cambio, y [...] el cambio se hará en la superficie, si no es posible en la profundidad. Las sociedades progresan. Probablemente aquellas sociedades cuya condición de existencia es un poco mas desfavorable, exigen un poco mas de esfuerzo para subsistir y las cuales han consentido de tiempo en tiempo a seguir un iniciador, un inventor un hombre superior. El cambio es aquí como un crecimiento de intensidad donde la dirección es constante y donde se marcha a una eficacia mas alta, mas grande.”⁷

⁷ *Henri Bergson. La evolución creativa. Pág. 300*

Así hay sociedades cerradas las cuales permanecen en su aparente inmovilismo y otras que progresan mas rápido, manifestándose en el “incremento de su intensidad”; esto en el sentido de hay una energía mística que actúa como detonante del esfuerzo vital, es decir la entropía va de la mano con la energía mística. Bien podríamos preguntarnos ¿cuál es el rol de los místicos en la evolución de las sociedades, del mundo? ¿Cómo se insertan ellos en este mundo? o bien ¿Están separados de él?

Energía mística y avance social

Anteriormente vimos que aún en los sistemas mas cerrados hay pequeñas aberturas, pequeñas fisuras que posibilitan el progreso o avance de esos sistemas, hacia estadios de mayor Creación. Aquí deseo mencionar que el papel de los místicos, es como agentes de evolución de los sistemas. Si estas sociedades o grupos van hacia un orden o un estadio de mayor creación es porque hay una abundancia de energía, de energía mística, la cual está en esas almas mas evolucionadas y que resplandecen y energizan a sistemas, sean estos sistemas, abiertos, cerrados, medio-cerrados, etc. La energía mística es el vector catalizador o bien un vector exo-energético de cualquier sistema, entendiendo. Ellos los místicos o una persona superior, posibilitan que sistemas cerrados vayan a sistemas mas abiertos, por un gasto de energía, para que de una manera u otra aumente la entropía del sistema. Esta visión mas amplia nos permite constatar que el segundo principio de la termodinámica tiene aplicación, entendiéndolo como una producción de energía mística, energía que es de la misma esencia de la Divinidad. Bergson nos dice:

“El alma mística [...] elimina de su substancia (de su esencia) todo aquello que no es puro, aquello que no resiste, para que Dios la utilice. [...] Ahora es Dios quien actúa a través de ella, en ella: la unión es total y en consecuencia definitiva [...] Digamos que de ahora en adelante, para el alma, hay una abundancia de vida. Es un inmenso esfuerzo vital.”⁸

⁸ *Henri Bergson. La evolución creativa. Pág. 310.*

En esta visión de energetización de los sistemas cerrados o bien de apertura de estos sistemas por la energía mística de los místicos, tiene por finalidad el aumentar la entropía del universo en su conjunto, hacia un “orden” -en aparente caos-, hacia un orden de mayor creación..

Así se podría explicar, por el segundo principio de la termodinámica, al menos en su transposición metafísica, en el cual el instinto original de las sociedades cerradas es destruido por el misticismo, que sería “el origen de las grandes transformaciones morales”. Esto se explica en el sentido de que el esfuerzo vital encarnado en los místicos, se transmite a los movimientos sociales.

La explicación del progreso de las sociedades – hacia su mas grande moralización por decirlo así – por este principio “físico-metafísico” de la termodinámica, se aplica justamente al análisis que hace Bergson del proceso por el cual se operan “las grandes renovaciones morales de las sociedades”. Estas renovaciones son llevadas a cabo por seres excepcionales y en cierto sentido no pueden preverse. De hecho los cambios que se producen no son de orden cuantitativos sino cualitativos, desafiando por ello todo atisbo de previsión, ya que operan en un sentido de imprevisibilidad

Se puede atenuar a la entropía que se produzca en un sistema, pero es necesario aceptar que la creación se llevará a cabo en otro lado, esto visto tal vez como un desorden compensatorio, desorden que nos lleva a ver los diferentes estados por los cuales los místicos pasan (visión, transporte, éxtasis) estados por los que deben pasar para llegar a una muy grande deificación. Podemos considerar que este “desorden místico” sería únicamente contemplativo, pero para que pueda tomarse como tal debe engendrar la acción en el sistema, al cual inducirá a un mayor avance y apertura.

La acción de los místicos y el movimiento que ellos inducen en las sociedades, puede aún interpretarse de acuerdo a otra formulación del segundo principio de la termodinámica que en La Evolución creativa, Bergson resume a través de una imagen:

“Imaginemos, pues, un recipiente lleno de vapor a alta tensión, y, aquí y allá, en las paredes del vaso, una fisura por donde escapa el vapor. El vapor lanzado al aire se condensa casi todo él en gotitas que caen, y esta condensación y esta caída representan simplemente la pérdida de algo, una interrupción, un déficit.”⁹

⁹ *Henri Bergson. La evolución creativa. Pág. 312*

Así formulado, el segundo principio de la termodinámica y de acuerdo a este principio en un sentido metafísico, el esfuerzo de las almas de los místicos, es la energía mística que estas almas aportan a las sociedades cerradas, para ir en la dirección del orden, que esta dirección pudiera interpretarse como caótica en un momento dado, la cual sin embargo es, desde otro punto de vista en una dirección creativa, de mayor apertura, de mayor creación y obviamente de rompimiento con el pasado.

Podemos concluir, que en la filosofía de Bergson, se plantea el hecho de ser creador o mas bien diríamos “la exigencia de ser creador”, que para este filósofo esta característica es una exigencia de su Dios creador, en tanto ente creador no estático, sino dinámico, así el acto de crear define la idea de la “durée agissante” una evolución vital cuyo fundamento es el cambio continuo, la evolución continua. Bergson se opone a los prejuicios comunes de su época es decir a las teorías mecanicistas y deterministas, según las cuales no había tal “durée agissante” sino que todo estaría dado ya de una vez y por todas., sin embargo una vez desenraizado este prejuicio, la idea de creación se vuelve mas clara. Así pues el acto creador de todo ente vivo, no es algo inmóvil, sino que la creación es evolución.

Preguntas y Reflexiones

- 1. Considerando un sistema complejo, y de acuerdo a una medición de tiempo lineal (min., seg., hrs... etc.) ¿podemos considerar que la entropía sucede en el corto plazo o solo a largo plazo, o ambos?**
- 2. De acuerdo a lo anterior: en la entropía vamos hacia estadios de mayor creación, de mayor “evolución”, bien podríamos plantearnos: ¿A qué estadios de evolución deseo llegar? sabiendo de antemano que vamos en la Espiral de la Vida.**
- 3. ¿Cuáles son las características de los sistemas abiertos y de los sistemas cerrados?**
- 4. En base a lo expuesto: ¿un “sistema abierto” es predecible o impredecible?**
- 5. Sujeto y mundo surgen al mismo tiempo, ¿se puede considerar a este sistema sujeto-mundo, como un sistema abierto o bien un sistema cerrado?**
- 6. ¿Una piedra, una mesa, son sistemas abiertos o sistemas cerrados?**
- 7. ¿Una célula, tú, las Galaxias Seyfert, una planta, que tipo de sistemas son?**

8. Yo, al interactuar con el medio ambiente, con lo que me rodea, este me influye y me hace al mismo tiempo diferente a los demás, me distingue de los demás, ¿podemos decir que el medio ambiente, lo que me rodea, define mi Realidad?

9. Paradójicamente el universo comenzó con una desintegración (big-bang) y es desintegrándose como está caminando a una nueva organización, ¿como entonces abordar la entropía? ¿Orden y Desorden, van de la mano al mismo tiempo?

10. Heráclito mencionó: “Vivir de muerte, morir de vida” quiere decir que ¿constantemente muero y nazco al mismo tiempo? Por ejemplo las células del cuerpo mueren constantemente pero nacen otras al mismo tiempo, una idea nace y otra muere.

11. Podemos pensar que: ¿en la entropía se “producen” o generan nuevos micro-órdenes dentro de la generación de un macro-orden?

12. De acuerdo a Bergson la energía de los místicos energetiza a las sociedades ¿ellos los místicos de todos los tiempos, también han estado y participan dentro de la entropía?



Bibliografía

Maquinas Térmicas. Leopoldo García-Colín

El concepto de entropía. Leopoldo García Colín.

Hombre y entropía. Eduardo Cesarman.

Joaquim Guerreiro. Essai sur la Philosophie des sciences de l'observation.

Henri Bergson. La evolución creativa. Ed. CreateSpace Independent.

Recursos de Internet.

www.wikipedia.com