

# Información-Organización y entropía

## Pulsión de vida.

La pirámide de la complejidad se edifica a lo largo de las edades. La guerra, el sufrimiento, la muerte están con nosotros desde siempre. El primate que accede a la inteligencia, el niño que despierta a la vida descubre que la realidad es siempre una fuente de inquietud. Para defenderse, tanto como para tranquilizarse, el ser humano intenta comprender. En esta magna empresa se hallan empeñados los sistemas explicativos de la realidad, tanto mitológicos como científicos aunque no es muy clara la línea divisoria que separa a ambos como se podrá inferir a partir de las ideas del bootstrap. Es en el mundo griego en donde aparece, por vez primera la gestión científica en el sentido moderno del término. Una fase de intensa actividad se extiende a lo largo de varios siglos hasta perder el aliento con la caída del imperio romano. En la edad media la ciencia se desarrolla en Arabia. En el renacimiento regresa a Europa. El movimiento prosigue, desde entonces sin interrupción, en numerosos puntos del planeta. ¿Es acumulativo el saber científico? Parece ser que sí, por lo menos sabemos más cosas sobre la naturaleza que los filósofos griegos y latinos. El primate que accede a la inteligencia, el niño que despierta a la vida descubre que la realidad es siempre una fuente de inquietud. Para defenderse, tanto como para tranquilizarse, el ser humano intenta comprender. En esta magna empresa se hallan empeñados los sistemas explicativos de la realidad, tanto mitológicos como científicos aunque no es muy clara la línea divisoria que separa a ambos como se podrá inferir a partir de las ideas del bootstrap. Es en el mundo griego en donde aparece, por vez primera la gestión científica en el sentido moderno del término. Una fase de intensa actividad se extiende a lo largo de varios siglos hasta perder el aliento con la caída del imperio romano. En la edad media la ciencia se desarrolla en Arabia. En el renacimiento regresa a Europa. El movimiento prosigue, desde entonces sin interrupción, en numerosos puntos del planeta. ¿Es acumulativo el saber científico? Parece ser que sí, por lo menos sabemos más cosas sobre la naturaleza que los filósofos griegos y latinos o los sabios del renacimiento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? o los sabios del renacimiento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? Sabemos por ejemplo que la vida no ha existido por siempre. Mas aún sabemos que la organización no ha existido siempre. La materia va despertando a partir de un caos primordial para dar nacimiento, en sucesivos estadios, a seres cada vez más complejos. Los vivos en el sentido ordinario del término son los últimos nacidos en esta secuencia evolutiva. A lo largo La pirámide de la complejidad se edifica a lo largo de las edades. La guerra, el sufrimiento, la muerte están con nosotros desde siempre. El primate que accede a la inteligencia, el niño que despierta a la vida descubre que la realidad es siempre una fuente de inquietud. Para defenderse, tanto como para tranquilizarse, el ser humano intenta comprender. En esta magna empresa se hallan empeñados los sistemas explicativos de la realidad, tanto mitológicos como científicos aunque no es muy clara la línea divisoria que separa a ambos como se podrá inferir a partir de las ideas del bootstrap. Es en el mundo griego en donde aparece, por vez primera la gestión científica en el sentido moderno del término. Una fase de intensa actividad se extiende a lo largo de varios siglos hasta perder el aliento con la caída del imperio

romano. En la edad media la ciencia se desarrolla en Arabia. En el Renacimiento regresa a Europa. El movimiento prosigue, desde entonces sin interrupción, en numerosos puntos del planeta. ¿Es acumulativo el saber científico? Parece ser que sí, por lo menos sabemos más cosas sobre la naturaleza que los filósofos griegos y latinos. El primate que accede a la inteligencia, el niño que despierta a la vida descubre que la realidad es siempre una fuente de inquietud. Para defenderse, tanto como para tranquilizarse, el ser humano intenta comprender. En esta magna empresa se hallan empeñados los sistemas explicativos de la realidad, tanto mitológicos como científicos aunque no es muy clara la línea divisoria que separa a ambos como se podrá inferir a partir de las ideas del bootstrap. Es en el mundo griego en donde aparece, por vez primera la gestión científica en el sentido moderno del término. Una fase de intensa actividad se extiende a lo largo de varios siglos hasta perder el aliento con la caída del imperio romano. En la edad media la ciencia se desarrolla en Arabia. En el Renacimiento regresa a Europa. El movimiento prosigue, desde entonces sin interrupción, en numerosos puntos del planeta. ¿Es acumulativo el saber científico? Parece ser que sí, por lo menos sabemos más cosas sobre la naturaleza que los filósofos griegos y latinos o los sabios del Renacimiento. La pirámide de la complejidad se edifica a lo largo de las edades. La guerra, el sufrimiento, la muerte están con nosotros desde siempre. El primate que accede a la inteligencia, el niño que despierta a la vida descubre que la realidad es siempre una fuente de inquietud. Para defenderse, tanto como para tranquilizarse, el ser humano intenta comprender. En esta magna empresa se hallan empeñados los sistemas explicativos de la realidad, tanto mitológicos como científicos aunque no es muy clara la línea divisoria que separa a ambos como se podrá inferir a partir de las ideas del bootstrap. Es en el mundo griego en donde aparece, por vez primera la gestión científica en el sentido moderno del término. Una fase de intensa actividad se extiende a lo largo de varios siglos hasta perder el aliento con la caída del imperio romano. En la edad media la ciencia se desarrolla en Arabia. En el Renacimiento regresa a Europa. El movimiento prosigue, desde entonces sin interrupción, en numerosos puntos del planeta. ¿Es acumulativo el saber científico? Parece ser que sí, por lo menos sabemos más cosas sobre la naturaleza que los filósofos griegos y latinos o los sabios del Renacimiento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? o los sabios del Renacimiento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? Sabemos por ejemplo que la vida no ha existido por siempre. Mas aún sabemos que la organización no ha existido siempre. La materia va despertando a partir de un caos primordial para dar nacimiento, en sucesivos estadios, a seres cada vez más complejos. Los vivos en el sentido ordinario del término son los últimos nacidos en esta secuencia evolutiva. A lo largo del desarrollo de este informe se hará un estudio de los mecanismos responsables de la aparición de la vida en el universo. del desarrollo de este informe se hará un estudio de los mecanismos responsables de la aparición de la vida en el universo.

ento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? o los sabios del Renacimiento. ¿Pero de hecho que sabemos más que ellos? Sabemos por ejemplo que la vida no ha existido por siempre. Mas aún sabemos que la organización no ha existido siempre. La materia va despertando a partir de un caos primordial para dar nacimiento, en sucesivos estadios, a seres cada vez más complejos. Los vivos en el sentido ordinario del término son los últimos nacidos en esta secuencia evolutiva. A lo largo del desarrollo de este informe se hará un estudio de los mecanismos responsables de la aparición de la vida en el universo.

Analizando primero el modo de organización de la materia, pondremos en evidencia una estructura de alfabetos superpuestos, que forma lo que llamaremos "la pirámide de la complejidad". Esta pirámide solo existía en un sentido potencial hace quince mil millones de años. Su edificación se construye a través de los tiempos. Esta organización en la materia primordial caótica plantea cuestiones realmente fascinantes. La organización supone la existencia de una información previa. ¿Cual era la fuente de esta información? ¿Donde se ocultaba en el antiguo caos? ¿Y como se acomodan los acontecimientos que engendran estructuras materiales a las exigencias del crecimiento de la entropía? ¿Cuál es la entropía del universo? ¿Obedece las leyes de la termodinámica?

### **La naturaleza está estructurada como un lenguaje.**

*¿ Es posible resumir en unas frases clave el conjunto de conocimientos científicos adquiridos desde el Renacimiento? . Parafraseando a Jacques Lacan diríamos que la naturaleza está estructurada como un lenguaje. ¿ Que significa esto ?.*

El lenguaje escrito utiliza como elemento base un alfabeto. Es decir un conjunto de reglas convencionalmente aceptadas. Conocemos también otros alfabetos griego, hebreo, armenio, etc. Decenas de alfabetos distintos se utilizan en nuestro planeta.

Es la decodificación de los mismos lo que nos dará unas cuantas pistas para escrutar la estructuración de los mismos.

Reuniendo algunas letras en un orden convenido se fabrican palabras. La idea clave del funcionamiento es la combinatoria. Si por ejemplo tomamos el conjunto de las palabras de cuatro cifras podemos formar un total de 400.000! . Con siete dígitos más de 10.000 millones.

Naturalmente solo una mínima parte de este conjunto corresponde a palabras en uso, como las palabras que encontramos en un diccionario.

Si elegimos las cuatro letras U, L, A, Z las podemos ordenar formando la palabra AZUL la cual tiene evocaciones o imágenes del mar o de cielo. Sin embargo estas letras no contienen, ni siquiera a un nivel fragmentario alusión alguna a este color.

Esta imagen emerge de la combinación en el orden adecuado, de esas cuatro letras. Asociaciones distintas como ALZU o UZAL , le son por completo ajenas. Como en química aquí utilizaremos el término de propiedades emergentes.

Las frases se obtienen combinando palabras que son, por su parte combinación de letras. De nuevo aparece un sentido que antes no existía. La frase "el cielo es azul " lleva un significado que no vehiculiza cada una de las palabras que utiliza.

La agrupación de frases produce párrafos . Y prosiguiendo la ascensión encontramos capítulos, libros , colecciones. En cada peldaño encontramos nuevamente la misma estructura : los elementos están compuestos con elementos del peldaño inferior y componen elementos del peldaño superior. Las palabras son los alfabetos de las frases. El lenguaje está compuesto por la pirámide de los alfabetos superpuestos. Se estima en cinco o seismil millones de años la edad de los lenguajes escritos en nuestro planeta.

Hoy descubrimos que la naturaleza utiliza desde siempre, una estructura del todo semejante ( ver fig. de la derecha) .

Corresponde a los químicos el honor de haber sido los primeros en descubrir el funcionamiento de la naturaleza a nivel de los átomos y las moléculas. Gracias a los trabajos de Avogadro, Lavoissier, Dalton , Guy Lussac y muchos otros , se demuestra en el curso de los siglos XVIII y XIX, que las partículas son como las palabras cuyas letras serían los átomos. ¿ Por que una pirámide ? . La organización de la materia solo afecta a una porción de la materia cósmica. Esta fracción merma a medida de ascendemos a los peldaños superiores de la pirámide.

La casi totalidad del universo se sitúa en los escalones inferiores. Puede verse aquí una manifestación de la regla de la entropía . La organización local de la materia está necesariamente compensada por una desorganización a escala global mas importante. El universo no puede transformarse con entero en cerebros humanos.

Nuestra pirámide se caracteriza por la disminución del poder de los vínculos a medida que nos elevamos. Las estructuras son cada vez mas frágiles y vulnerables. En la parte baja está la obra de resistencia., el cemento armado la infraestructura casi inalterable lo inmortal. En la parte superior se llega a la delicadeza y a la miniaturización de las funciones. Encontramos mecanismos delicados y precisos que deben ser protegidos. Esta fragilidad de los sistemas complejos desempeña un papel fundamental en el desarrollo de nuestra historia.

## **La cronología de la complejidad**

Al comienzo de esta exposición hemos intentado resumir , en pocas frases claves el conjunto de conocimientos científicos. A nuestro primer enunciado : La naturaleza está estructurada como un lenguaje añadiremos un segundo : La pirámide de la complejidad se edifica a lo largo del tiempo. El universo de hace quince mil millones de años está en la base de la escala. Todas las partículas de materia son mantenidas en un estado de completa y permanente disociación debido a la alta temperatura reinante en esa época. Con mas exactitud cualquier asociación es rápidamente disociada. Puede hablarse de caos primordial del que está ausente toda estructura , toda organización.

Este universo está en expansión . La expansión produce un enfriamiento. Con el tiempo la temperatura y la densidad van disminuyendo. En fechas mas o menos bien establecidas , el enfriamiento se ve puntualizado por acontecimientos asociativos durante los cuales la materia se organizará. Es decir se engendrarán sucesivamente todos los sistemas naturales que marcan los peldaños de la complejidad.

Al comienzo estos acontecimientos tuvieron lugar a la vez en todas las partes del universo. Mas tarde su alcance se va localizando . Cuando la temperatura desciende por debajo de trillón de grados, los quarks uniéndose , los quarks uniéndose de a tres dan origen a los nucleones.

Cuando se llegue a los mil millones de grados , una fracción de los nucleones se asocia para engendrar los primeros núcleos de helio. El reloj cósmico marca aproximadamente 3 minutos.

Un millón de años más tarde, los primeros átomos y las primeras moléculas se forman cuando gracias a la disminución del calor, los electrones pueden fijarse y permanecer en sus órbitas alrededor de los protones. Es la hora de la emisión de la irradiación fósil.

Algunos centenares de millones de años más tarde, a gran escala esta vez, aparecen las primeras galaxias. Sobre las circunstancias de su nacimiento reina todavía el más espeso misterio. Más tarde por sucesiva fragmentación, la materia galáctica. A partir de esa época los acontecimientos asociativos ya no sucederán en todas partes al mismo tiempo. Localizados en regiones limitadas del cosmos se extenderán a lo largo de millones de años.

En su centro incandescente, las estrellas asocian los nucleones en núcleos pesados (helio, carbono, silicio, hierro).

Proyectados al espacio interestelar a la muerte de la estrella, esos núcleos capturan electrones para constituir átomos.

Asociados entre sí estos átomos forman moléculas, así como minúsculas estructuras cristalinas: los granos de polvo del espacio sideral.

La aglutinación de estos granos de polvo en cuerpos sólidos lleva a la formación de asteroides y planetas sobre los que en algunos casos se depositan atmósferas y océanos. Nuevas interacciones moleculares, en el seno de estas capas fértiles, pueden luego asociar moléculas ligeras en moléculas gigantes, en células vivas y en organismos vegetales y animales.

Cada año aparecen nuevas estrellas en nuestra Vía Láctea... Las primeras nacidas se piensa que no tienen planetas sólidos.

### **Fuentes de la organización cósmica.**

Este nuevo enfoque nos desviará por los oscuros rincones del inconsciente. Más que comprender cómo nace el pensamiento racional, trataremos de averiguar dónde se origina. Así como Cristóbal Colón descubrió América, también Freud hizo salir de las sombras un inmenso continente poblado de impulsos primitivos. Bajo la delgada capa de conciencia, Freud encuentra en estado bruto los instintos promordiales de la vida animal, el impulso sexual, la violencia y la agresividad. El psicoanálisis, como la teoría de la evolución darwiniana, nos pone en conexión con nuestra ascendencia biológica. Reconoce, debajo de nuestros gestos de "civilización", la pesada herencia legada por nuestros antepasados.

Todo esto constituye nuestra riqueza y nuestras dificultades para poder vivir.

Retendremos de Freud que lo dicho encuentra su fuente en lo no dicho. Lo verbal en lo no verbal.

Detrás de la actividad humana, influyendo en ella, modulándola, se deja entrever una realidad oscura: el deseo.

### **La muerte térmica.**

A nivel humano la muerte comienza con el crepúsculo de los deseos;

en el universo el papel del deseo lo desempeñan los desequilibrios térmicos.

Los cuerpos calidos tienden a comunicar su calor a los cuerpos fríos. Si se espera lo suficiente, las temperaturas se uniformarán. Extrapolando esta idea al conjunto del Universo, esta observación hizo nacer en los físicos del siglo XIX la idea de la muerte térmica.

Hoy los distintos objetos del cosmos, estrella, planetas, asteroides se manifiestan con distintas temperaturas. Las diferencias de temperatura se irán reduciendo hasta desaparecer, pero por que esto implicaría la muerte del universo.

En la mar tranquila se encuentra detenido un navío con los depósitos de combustible vacíos. Es verano. El mar está tibio. La capa líquida rebosa energía térmica. Hay bastante como para hacer avanzar un barco durante millones de años. Pero el navegante no puede hacer nada. Para él, esta energía no tiene ningún valor. Le es imposible transformar esta energía térmica (movimiento térmico de las moléculas de agua) en mecánica (movimiento del barco).

¿Por qué? Puesto que la temperatura del agua es prácticamente uniforme. Para hacer avanzar el barco es necesario una diferencia de temperatura o un desequilibrio térmico. ¿Cómo lograrlo? Traigan más gasolina. La explosión de las gotitas en el carburador engendra un medio cálido, más cálido que el océano. Gracias al juego del pistón en el cilindro, de las bielas y de las hélices, la diferencia de temperatura se convierte en movimiento. Pero la gasolina en la tierra no es inagotable. La crisis del petróleo nos lo recuerda. Al igual que los carburantes naturales, la energía del sol también se irá agotando. La muerte térmica sería provocada por la gradual disminución de las diferencias de temperatura, por lo tanto de la calidad de energía.

### **ENTROPIA Y CALIDAD DE ENERGÍA**

La noción de entropía es rica y compleja. Se aplica a varios niveles de la realidad. Aquí se hablará de un modo un poco cualitativo, utilizando imágenes de la vida cotidiana que forzosamente aproximadas tendrán, que ser

manipuladas con mucha precaución. De nuestro inmovilizado navegante hemos aprendido que no basta energía para producir movimiento. Todas las energías no tienen las mismas cualidades.

*La entropía es una medida del valor de esa energía, de su utilizabilidad.*

Pero, cuidado las proporciones están invertidas, cuanto más elevada es la entropía menos utilizable es la energía. En el océano la entropía es máxima (pues al estar a una temperatura uniforme, no tiene posibilidades de cambio)

En cambio la gasolina es una fuente de energía de poca entropía. Una parte importante de la energía química contenida en los hidrocarburos del petróleo puede ser transformada en energía mecánica (o en electricidad si se trata de un generador). Con los gases calientes sale una gran parte de la energía perdida. ¿Derroche? No. Es inevitable. Los fenómenos de la vida real están siempre acompañados de pérdidas de energía. Es imposible utilizar el cien por cien de la energía que disponemos.

## **ENTROPIA Y DESPERDICIO**

Vivir, comer, trabajar, lavarse, todo engendra desperdicios. Restos de legumbres, papeles de envolver, diversos residuos van al cubo de la basura y se mezclan en los camiones de la basura. ¿Adónde va luego? Eso no nos importa demasiado. Cuando los basureros están de huelga la basura nos tapa y nos paraliza, como los gases calientes de los tubos de escape, los residuos acompañan nuestros esfuerzos por vivir, por organizar nuestra habitación, nuestra alimentación, nuestro trabajo. Así ocurre con los excrementos que nuestros organismos rechazan tras haber aprovechado lo que es de utilidad.

A toda organización se asocia una producción de entropía que debe ser evacuada.

## **UN EXTRAÑO CASINO**

Las máquinas de vapor desempeñaron un gran papel en la industrialización de nuestra sociedad en el siglo pasado. Cómo y hasta qué punto se puede mejorar el rendimiento de este aparato. De estos estudios nacieron los principios de la termodinámica así como las nociones de energía y entropía. El primer principio niega la posibilidad del movimiento perpetuo. No hay pozo inagotable. De una tonelada de carbón se puede sacar una determinada cantidad de energía y no más.

En la misma frustradora dirección que el primer principio el segundo proclama la degradación de la energía. La energía de que disponemos no puede ser utilizada enteramente en nuestro beneficio. Forzosamente se producen pérdidas.

Todos los acontecimientos de la realidad producen una desvalorización de la energía. La entropía global solo puede aumentar. El segundo principio nos lleva a la idea de muerte térmica. Si todo acontecimiento aumenta irremediablemente la entropía universal, al degradar las formas de energías preexistentes, existe la tentación de ver en cada acontecimiento un paso hacia un estado final en que todo movimiento sería imposible por la ausencia de energía utilizable. ¿Como cuestionan estos argumentos la física y la astronomía modernas? La observación cosmológica nos permite descubrir un universo en expansión y en continuo enfriamiento, que acrecienta las diferencias de temperatura entre el corazón de las estrellas y el cielo. Gracias a este vasto movimiento de conjunto de las galaxias, en vez de acercarnos a una inercia definitiva cada vez nos alejamos más de ella.

Ciertas formas de energía, no utilizables en algunas condiciones, pueden volver a hacerlo gracias a un cambio de régimen. Los supergeneradores son un ejemplo. Al transformar el uranio-238 en plutonio-239 nos permite acceder a la energía nuclear almacenada, hace millones de años en los núcleos de uranio. El mecanismo encargado de almacenar la estructura se llama información.

## **Entropía e información.**

La entropía mide en algún sentido el grado de desorden o, más exactamente, de la ausencia de organización en el interior del sistema. Cuanto más organizada es una estructura más débil es su entropía. Opondremos entropía con información. Para construir un coche es necesaria mucha información la cual está precisamente detallada en los manuales de fabricación. En cambio, no se necesitan los manuales para construir con los mismos manuales un montón de chatarra como la que se encuentra en los desguasaderos.

Ningún accidente por violento que este sea, haría irreconocible las distintas partes retorcidas de los restos. Estos objetos aun rotos, siguen manteniendo algún grado de organización, pues nos es posible distinguir algunos patrones de regularidad.

Podemos tratar de entender cualitativamente la entropía de un objeto como el número de preguntas que es necesario realizar (por sí o por no) a un interlocutor lejano para poder reconocerlo. Por ejemplo podemos intentar describir una pintura o una imagen, subdividiendo el área que lo contiene en pequeños cuadrados, que por cuestiones de simplicidad supondremos puede rellenarse con un blanco o negro, cuanto más compleja sea la imagen más pequeños deberán ser los cuadros. La fotocopia de un dibujo

es siempre menos precisa que el original>si el sistema es fiel la imagen será casi tan buena como el original pero nunca mejor. Fotocopiamos la fotocopia, neevo deterioro..A cada operación se pierde información. La imagen se ininformiza.

Aquí vemos reaparecer la entropía como una medida de la inutilizabilidad provocada por la falta de información. Si un automovil choca contra un muro queda convertido en chatarra, pero no basta una colisión para transformar un monton de chatarra en un coche. En estos procesos podemos observar que la organización disminuye y la entropía tiende a aumentar. Acreditando un dicho popular " Las cosas expontanemente van de mal en peor " .La cosa van muy mal por aquí -dice el pesimista-; no podrían ir peor ". " Claro que si dice el optimista " .

Las observaciones científicas nos muestran una naturaleza formidablemente organizada. Las órbitas regulares de los planetas , los sofisticados mecanismos de las funciones bioquímicas revelan un alto grado de organización material correspondiente a un nivel muy bajo de entropía. conciente de la ley del deterioro de los sistemas a lo largo del tiempo, el físico del siglo pasado se vió obligado a pensar en un pasado mas organizado todavía. De ahí la imagen de un orden original y de una forma poderosamente organizada en el origen de los tiempos. De ahí tambien la imagen del deterioro progresivo de este orden , del que seríamos espectadores y actores.

### La historia de la historia del universo

El método científico para explorar el pasado nos viene de la observación del cielo. Se plantean problemas muy simples que a veces nos llevan muy lejos.

¿ Por qué los cuerpos celestes no caen sobre la tierra?

Fué Newton quien comenzó a dar algunas de las respuestas acerca del funcionamiento del sistema Solar, por ejemplo describió por que la Luna no cae sobre la Tierra. Es debido al movimiento de rotación alrededor de nuestro planeta..La fuerza centrífuga se opone a la atracción gravitatoria , equilibrándola. Así ocurre con la Tierra y los demás planetas con respecto al Sol

Pero ¿ y la estrellas ? Newton no conoce la estructura de las galaxias. El concibe que los astros estan uniformemente repartidos por el espacio. ¿Que mantiene las distancias a pesar de la interacción mutua. ¿ Por qué no se derrumban todos hacia un punto del espacio. Pero por que habría de ser un punto mejor que otro. Mas tarde se descubrirá que las estrellas giran en torno al núcleo galáctico.

Contra la atracción de los miles de millones de astros de la vía láctea, también es la fuerza centrífuga la que mantiene al sol y a las estrellas en orbita alrededor del centro galáctico. La cuestión que ahora surge es la siguiente ¿ que es lo que impide que las galaxias caigan una sobre la otra. Es en 1915 cuando Einstein formula su teoría de la gravedad , pudiendo explicar con éxito las relaciones entre espacio, tiempo, materia y gravedad, La pertinencia y eficacia de esta teoría se aplica al universo en su conjunto.

Y es aquí donde se produce una sorpresa ..**EL Universo de materia no puede permanecer estático**, Sobre el movimiento de las galaxias las ecuaciones de Einstein dicen las mismas no pueden permanecer inmóviles o se acercan o se alejan las unas respecto a las otras. Para Einstein esta situación es inaceptablemente desastrosa. Para evitar esta deplorabile situación Einstein introduce un término extra llamado cte. cosmológica la cual no hace otra cosa que inmovilizar su universo.

La estética del inmovilismo es la unica justificación, su unica excusa. Pero se ve rapidamente que esta elección es un fracaso. La detención que es impuesta no puede durar mucho y tarde o temprano el movimiento continua.

El alejamiento y el acercamiento son dos posibilidades que contemplan las ecuaciones del campo gravitatorio. Fue a Hubble a quien le toco explicar el enrojecimiento de la radiación emitida por los astros, como expresion de su prodigioso movimiento por el que la materia cósmica ve disminuir su densidad continuamente. A partir de esta observaciones capitales, otros autores como Gamow, Fridman, Lemaitre llegaron a conclusiones aun mas extraordinarias todavia. Si la materia se diluye , se enfría por lo tanto estaba mas caliente en el pasado .El CALOR Y LA LUZ están indisolublemente ligados. Por lo tanto el pasado debió ser resplandeciente de radiación. Gamow argumenta que esta irradiación no pudo haber desaparecido por completo. Deben haber quedado rastros . Sus trabajos llevan a predecir la existencia de un fulgor fósil tipo radio , uniformemente dispersoen el cosmos. Las predicciones de Gamow fueron ignoradas y pasaron casi treinta años antes de ser medida digamos por casualidad en una investigación que no tenía que ver con cosmología. Esto muestra en que medida la idea del movimiento galactico está divorciado del pensamiento científico tradicional.

Recordemos que en el mismo contexto , las dificultades que encontraron las teorías de Darwin , en relación con el fijismo de las formas animales

## La más antigua imagen del mundo

Cuando en 1965, los astrónomos Penzias y Wilson descubrieron la existencia de la irradiación fósil (en 3 grados absolutos)

Su trabajo acreditará la hipótesis de la expansión del universo. Conservadores los científicos saben rendirse bajo el peso de la evidencia..

Añadamos que, desde este período, varias otras predicciones verificadas de la teoría de la expansión universal (abundancia relativa de algunos elementos químicos, hidrógeno, helio y litio; número de especies de partículas elementales. El estudio de esta radiación revela una notable propiedad. Su intensidad es la misma en todas las direcciones. La diferencia de temperatura entre las lecturas proveniente de diferentes direcciones es inferior a la diez milésima de grado. ¿Que imagen del mundo antiguo nos revela este antiguo documento? >Un fluido a alta temperatura (aprox. 3000 K) y sobre todo, extraordinariamente isotérmico. Un vasto e incandescente caos a alta temperatura.

¡ Henos aquí frente a una paradoja!

Si las diferencias de temperatura van disminuyendo ¿Como explicar el paso de el universo isoterma al nuestro tan rico en tan contrastado en cuanto a temperaturas se refiere. Así la isotermia (muerte térmica) de los físicos del siglo XIX **no de sitúa en el porvenir sino en el pasado lejano. se sitúa en el pasado .**

Sería mas apropiado hablar de limbo térmicos, en los que dominaba la materia.,

## La entropía del universo

Cualquier organización de la materia debe estar acompañado por un aumento de desorden del universo.

El desorden se mide practicamente por la cantidad de luz

Es decir creando fotones. Hay dos modos:

... Colocar un cuerpo caliente junto a uno frio. Es el papel que desempeña el Sol frente a la Tierra.

... Transformar la materia en luz.. Es el papel que desempeñan las fuerzas naturales, cuando engendran las estrellas, los átomos y los nucleos. El desorden del universo puede calcularse. Aumenta con el tiempo. Pero este aumento es casi imperceptible.

## Aumentar la entropía del universo

La letargia térmica no está en el futuro sino en el pasado lejano. Es la imagen del mundo vinculado con la irradiación fósil. Y la historia del universo no es la

de la degradación de un orden inicial poderosamente organizado. El contraste entre la tendencia espontánea al desorden que aguardamos y este lento ascenso hacia los peldaños elevados de la complejidad es sorprendente. Algunos quieren ver en ella la prueba de una intervención providencial, un empujón decisivo desde el exterior.

En lo que sigue se intentará probar que la materia poseía desde el comienzo de los tiempos, la información necesaria para proseguir la ascensión.

## Entropía y luz

Las nociones de entropía y energía desempeñan naturalmente un papel clave. Detengámonos a analizar mejor la economía en el cosmos mediante un ejemplo interesante: el nacimiento de una estrella.

En una región de la vía Láctea, un volumen de materia gaseosa comienza, por efecto de la gravedad, un lento movimiento de derrumbamiento sobre si mismo.

La materia se contrae y se hace opaca, se calienta y se convierte en un embrión estelar.

Para nuestro objetivo dividamos arbitrariamente el universo en dos porciones a) El volumen de contracción, y b) el resto del espacio.

La estrella manifiesta cierto grado de organización. Su forma no es mas una forma cualquiera como la de una nebulosa. Es una hermosa esfera, ligeramente achatada en los polos si es que gira. El nacimiento de una estrella corresponde a una disminución de la entropía de la termodinámica, la entropía total no puede decrecer, es necesario que la entropía de la región B (resto del espacio) crezca por lo menos en la misma proporción. ¿Que significa esto?. La estrella emite luz. Esta irradiación se propaga por el espacio y va a perderse en los abismos extragalácticos.

La luz emitida por un cuerpo caliente es una de las sustancias más " desorganizadas " que existen.

La emisión estelar aporta de esta forma su cuota a la entropía universal. A este precio la estrella se puede autoorganizar de acuerdo con el segundo principio.

**Organizarse emitiendo luz esa es la receta universal.**

Esta regla es utilizada en todos los peldaños de la pirámide de la complejidad.

Núcleos, átomos, moléculas, células, plantas y animales no pueden prescindir de ella. En los niveles superiores, engendrar organización no es suficiente, es necesario mantenerla a lo largo de toda la existencia. El cuerpo humano es un emisor de luz infrarroja. Para prevenir la degradación de nuestra energía mecánica, debemos emitir tanta radiación como una lámpara de 100 Watts.

### **LA REGLA DE ORO**

La entropía de un sistema es, por lo general proporcional al número de elementos que lo componen. Esta proposición no siempre es cierta. Pero lo es en la mayoría de las situaciones que nos interesa. Brillar es crear fotones. Estos fotones aumentan la población de partículas del universo y en consecuencia la entropía.

### **LA INFORMACION EN EL SISTEMA SOLAR**

Vamos a seguir las andanzas del célebre trío información, organización y entropía. La información marcha a la cabeza. Sin ella no puede haber organización. La entropía desprendida es el precio que se debe pagar para edificar la complejidad. Para comprender mejor la situación vamos a dar un paseo para poder desmontar el mecanismo que articula los actos de nuestro trío. >veamos como funciona todo esto entre nosotros y el sistema Tierra Sol.

La superficie Solar está a mucha más temperatura que la superficie de nuestro planeta. Gracias a este desequilibrio térmico la energía solar puede ser aprovechada en la Tierra. A partir de esta información la biosfera crea y mantiene la vida. ¿Y el tributo de entropía a pagar al universo? La diferencia de temperatura se encarga del resto. ¿Cómo?

Cada segundo la tierra recibe una inmensa cantidad de fotones provenientes del Sol. Esta energía llega en forma de fotones amarillos, rápidamente absorbidos por el suelo. Convertido en calor, esta energía es, a continuación devuelta hacia el cielo en forma de luz infrarrojo (fig.4)

El color de los fotones está vinculado con el color de los emisores. La superficie solar - a 6000 gr. K - es 20 veces más cálida que la superficie terrestre a 300 gr. K.

La energía de los fotones es proporcional a su temperatura. Un fotón amarillo transporta 20 veces más energía que un fotón infrarrojo. La tierra remite al espacio tanta energía como recibe del Sol.

Frente al Sol cálido, la tierra es una máquina de multiplicar fotones.

Si la Tierra no existiese los fotones seguirían de largo. Se podría decir que la Tierra rompe los fotones solares en partículas veinte veces menos energéticas pero veinte veces más numerosas. Es decir portadoras de veinte veces mayor entropía. Se puede considerar que este flujo de fotones como una corriente de entropía o desperdicio terrestre.

### **EL CICLO DE LA VIDA.**

El desequilibrio térmico en el seno de la atmósfera es el responsable de los movimientos moleculares, que aunque al principio son algo erráticos y desordenados luego se coordinan y se orientan en una dirección dada. Esta coordinación de movimientos corresponde a una disminución de la entropía atmosférica. (ver apéndice 1).

Esto solo es posible con un aumento de la entropía del universo... De allí la necesidad de una fuente de entropía, la corriente infrarroja emergente de la superficie terrestre. (Este flujo existe se utilice o no. Un caso similar ocurre con la Luna, aunque la superficie lunar no alberga ningún tipo de vida. Las condiciones no se presentan favorables).

El nacimiento del viento es un fenómeno complejo que a los meteorólogos les gustaría comprender mejor para su mejor aprovechamiento.

Primeramente es necesaria una capa atmosférica que actúa como un transformador de las radiaciones incidentes y emergentes de la superficie terrestre. Se necesitan también diferencias térmicas, masas frías y masas cálidas.

Si la superficie solar no estuviese más caliente que la de la tierra no habría diferencia térmica entre los polos y el ecuador.

Ningún viento podría levantarse aunque el sol emitiera tanta energía como la que emite hoy. Sería una energía inutilizable. Los fotones amarillos del sol no son transformados en infrarrojos. Cuando una planta verde ejerce su actividad clorofílica, intercepta y almacena energía solar. La utiliza para crecer y organizarse.

Los biólogos llaman cadena alimentaria a esta secuencia durante la que las plantas absorben la luz solar, los animales herbívoros se comen a las plantas y los carnívoros de los herbívoros.

Esta secuencia corresponde a una revalorización progresiva de una fracción de la energía solar en formas o estructuras cada vez más eficaces.

Las realizaciones humanas (conciencia, inteligencia, actividades intelectuales, compasión) necesitan el crecimiento de y el mantenimiento de una estructura altamente organizada: el cerebro.

La cantidad de información almacenada y manipulada por el espíritu humano es gigantesca. La creación de el lenguaje, las artes y las ciencias son el producto de un sistema con una entropía muy débil. Pero la degradación siempre termina por producirse. El organismo, animal o planta muere y se descompone. Sucede a veces que la planta fosilizada, conserva durante mucho tiempo su energía de alta calidad antes de devolverla.

De ahí el carbón y el petróleo. (Fenómenos análogos aunque situados en las estrellas, dan origen a los carburantes nucleares).

En los carburadores de nuestros automóviles la combustión de las plantas fosilizadas crea la diferencia de temperatura necesaria para el movimiento de las bielas. En una atmósfera, a la misma temperatura que los gases del motor, no ocurriría absolutamente nada... El hombre como los animales y las plantas es un predador de la información solar, utiliza tanto la irradiación que le llega del sol como la almacenada, desde hace millones de años en forma de carbón y petróleo.

Al precipitar la degradación de los fotones solares, engendra obras cada vez más organizadas, cada vez más alejadas del caos de los primeros instantes del universo.

## LA ENTROPIA DEL UNIVERSO

### UN CRECIMIENTO APENAS PERCEPTIBLE

Se puede dar un significado preciso y utilizable a la expresión entropía del universo, aunque como parece ser nuestro caso las dimensiones del cosmos sean ilimitadas. Pueden incluso darse dos versiones

„Primera versión:

La primera definición toma en consideración el hecho de que el universo está en expansión. Introduciendo la noción de covolumen. Imaginemos, en el espacio extragaláctico, un cubo gigantesco que contenga un gran número de galaxias, cada una de cuyas esquinas estuviese señalada por una galaxia.

Arrastradas por el movimiento general del cosmos las galaxias se alejan progresivamente las unas de las otras. Sin deformarse, el cubo debe aumentar su volumen mientras conserva en su interior, su población de objetos celestes, galaxias, estrellas y átomos.

Denominado covolumen, ese cubo en estado de crecimiento es la unidad de espacio más apropiada para estudiar el comportamiento de la materia en el universo en expansión. (Todos los covolumenes son equivalentes basta tomar solo uno y así evitar el uso de cantidades infinitas. Además de las galaxias, estrellas y átomos nuestro covolumen alberga una multitud de fotones. La gran mayoría de estos fotones pertenece a la irradiación fósil.

Con una población de unos **400 por cm cúbico**, nos dan según una muestra de la regla de oro una muestra de la entropía en el covolumen.

A lo largo de las eras el espacio se dilata y la irradiación fósil se enfría al diluirse. Hace 15.000 millones de años la temperatura era de 3000 grados. Dentro de 15000 millones de años será de 1 grado y medio. Pero al mismo tiempo, el covolumen crece prodigiosamente. El resultado claro de estos dos procesos el número de fotones de la irradiación fósil en el covolumen sigue siendo el mismo. (ver nota pie.).

En otras palabras la entropía cósmica por covolumen (llevada por los fotones de la radiación fósil) permanece prácticamente constante.

La expansión del universo es un proceso a entropía constante.

Sin embargo miles de estrellas brillan en el cielo vocando un torrente de nuevos fotones. Cada acontecimiento terrestre, planetario o estelar que crea organización debe pagar el tributo de fotones portadores de entropía.

Su contribución a la entropía cósmica puede calcularse. El resultado obtenido es sorprendente. El número de fotones entregados al espacio por los miles de estrellas y galaxias desde hace 15000 millones de años no supera la milésima parte de la entropía de la irradiación fósil.

De allí que tenga sentido hablar que la evolución del universo se produce a entropía constante.

### -Segunda versión

Respecto a las demás partículas los fotones tienen un comportamiento especial cuando enciendo la lámpara de mi cuarto aparece una multitud de fotones que antes no existía para luego desaparecer cuando chocan contra la pared. Este comportamiento es bastante distinto de el de los bariones los cuales son bastante más estables. Es casi siempre por medio de la emisión de fotones como la naturaleza acrecienta la entropía del universo y paralelamente asciende los peldaños de la pirámide de la complejidad

En los párrafos precedentes hemos evaluado la entropía cósmica enumerando la cantidad de fotones por covolumen.

Ahora vamos a evaluar la permanencia de los nucleones frente al carácter efímero de los fotones para evaluar la entropía.

El número de fotones por nucleón de  $10^9$  o  $10^{10}$  aprox... Desde la emisión de la irradiación fósil este número aumentó en un millón de fotones por nucleón por nucleón. Un millón con respecto a mil millones es una parte

en mil. Esta nueva contabilidad convalida el resultado precedente : La entropía cósmica prácticamente no ha variado

## **Entropía y gravedad**

Si nuestra sopa está fría solo debemos ponerla un rato al fuego y se calentará. Si está caliente paciencia la dejamos un rato en el ambiente cálido de la cocina y se enfriará. Esto que es tan natural para nosotros no le ocurre a las estrellas cuando emite calor en lugar de enfriarse se calienta. Fría en su nacimiento la nebulosa gaseosa se va calentando hasta alcanzar antes de morir millones de grados. A causa de este comportamiento tan particular las estrellas son las grandes responsables de los desequilibrios térmicos del cosmos. ¿Por qué la sopa y el sol se comportan en forma tan distinta? El responsable es la gravedad > el Sol es grande tiene mucha masa. La gravedad desempeña en estos casos un papel importante. Mantiene a nuestra estrella en su forma esférica, le da cohesión. En cambio la sopa es poco masiva como para que la gravedad tenga alguna importancia. Es la fuerza electromagnética la que suelda las moléculas del fluido, La estrella como la sopa acrecienta la entropía del universo, la sopa enfriándose, la estrella calentándose. Brillar para la estrella es crear fotones que son emitidos al espacio. Aumentar el número de partículas es la regla de oro de la entropía. Se puede lograr de distintas formas una ya la hemos visto anteriormente. Puesto que la Tierra es más fría que el Sol hace proliferar los fotones amarillos del Sol o sea que la irradiación se establece debido al desequilibrio térmico entre el Sol y su entorno. Abordaremos aquí otra receta transformar la materia en luz. Para engendrar su luz el Sol sacrifica parte de su masa.

## **Entropía y fuerzas de la naturaleza.**

En la naturaleza existen tres fuerzas fundamentales la gravedad, la electromagnética, la nuclear y la débil. Las tres primeras son capaces de producir estructuras estables. La gravedad une a los planetas, las estrellas y las galaxias, la electromagnética une los átomos y las moléculas, la nuclear fuerte une los núcleos de los átomos. La nuclear débil no es responsable de ninguna estructura estable de la naturaleza. El principio de unión es siempre el mismo. Asociando los elementos, la fuerza transforma en energía una parte de su masa. Esta energía llamada energía de unión es arrojada al espacio generalmente en forma de protones. El sistema así formado es menos masivo que la suma de las masas de sus constituyentes. También, en general el sistema así formado es más complejo que el original. Los fotones emitidos transportan el precio que se paga por la fase de organización. De este modo las tres fuerzas desempeñan un triple papel en el desarrollo de la complejidad.

- 1) Son responsables de las asociaciones de partículas y cimentan las estructuras organizadas de la materia (núcleos, moléculas, células, organismos, planetas, estrellas y galaxias). Los vínculos creados transforman la materia masiva en fotones luminosos.
- 2) Estos fotones son portadores de energía utilizable para los intercambios y la concepción de sistemas más complejos.
- 3) Llevan la entropía que acompaña el aumento de la complejidad.

## **La fertilidad de los desequilibrios.**

Las fuerzas de la naturaleza tienden a unir las partículas, hasta eliminar cualquier diversidad e instaurar la monotonía en todas partes. La disminución de la temperatura cósmica permite la entrada en acción de las fuerzas y acarrea así la asociación de partículas elementales en sistemas más complejos. Pero estas asociaciones no producen forzosamente la diversidad de formas y de interacciones. Se puede también instalar la monotonía en los sistemas estables, La fuerza de gravedad aspira a transformar a la materia en agujeros negros. La fuerza nuclear quisiera reducir todo a hierro. La electromagnética en transformar en las llamadas gases nobles y también en moléculas de agua y gas carbónico. De donde aparece la diversidad. La noción de desequilibrio nos proporcionará un contexto adecuado para tal análisis. Solo en los contextos donde existe un desequilibrio puede engendrarse la variedad. Para preservar las riquezas de forma es necesario la presencia de condiciones alejadas al equilibrio.

## **Universo en moratoria**

Las estructuras escalonadas de la pirámide deben su cohesión a las fuerzas de la naturaleza.

Pero para crear variedad y diversidad necesitan actuar en condiciones de desequilibrio.

Los cristales nos proporcionan un buen ejemplo .

De esta variedad surge lo inedito del presente.

Dos fechas hay que retener respecto de los desequilibrios en el universo.

1) Antes del primer minuto , el calor demasiado intenso desintegra los nucleos,La energía nuclear es inutilizable en esta etapa.

Luego del primer minuto la temperatura ha bajado bastante como para que los nucleos se formen y sobrevivan, transformando en fotones parte de su masa.Se producen capturas nucleares que combinan una fraccion de protones en helio, pero respetan la mayoría de los nucleos primordiales.

Esta inclusion provocado por un enfriamiento demasiado rapido del pure cosmico, hace que la energía nuclear esté disponible en esta etapa.

2) Del mismo modo antes del primer millon de años ninguna galaxia, ninguna estrella puede formarse.Tras esta fecha la materia cosmica, ya bien fria, puede contraerse y dar nacimiento a los astros del cielo.Al brillar las estrellas aumentaran el desorden del universo.

El modo de expansion del universo instaura , en momentos presisos de la historia cosmica, las fases de desequilibrio gracias a que las fuerzas pueden engendrar la complejidad y las formas de la naturaleza