

ENERGIA Y ORDEN NATURAL.

ALGUNAS CONNOTACIONES HISTORICAS DEL

TRABAJO

Alvaro LOPEZ RUIZ

Doctor en Química Industrial

En la realización del trabajo *Energía y Orden Natural* —una tentativa cosmogónica de base enérgica, unitaria y evolucionista—, que estoy completando, aunque someramente, he tenido que hacer algo de Historia de la Ciencia, pero sobre todo basarme en ella, desde los filósofos naturales presocráticos, hasta los grandes físicos del siglo XX.

La génesis de este ambicioso trabajo, tuvo lugar hace quince años en Milán, donde trabajaba en unas pruebas a escala real, para la estabilización, mediante inyecciones químicas, del subsuelo aluvional incoherente de la ciudad, para la construcción de la línea II del Metro. En el curso de los trabajos, tuve la fortuna de mejorar substancialmente el procedimiento inicialmente propuesto, por lo que mi método, fue inicialmente adoptado y se utilizó en algunos de los tramos más críticos de dicha línea. El método se ha utilizado posteriormente en los Estados Unidos, por ejemplo, en algunos puntos del Metro de Baltimore y de Pittsburg.

Animado, quizás, por el éxito obtenido, me propuse tratar de avanzar en la comprensión de la vida y de su entorno, pensando por mi cuenta, lo que me habían enseñado hasta entonces. A semejante pretensión, debieron contribuir también, mis frecuentes visitas al museo Leonardo da Vinci y la lectura de libros como, por ejemplo, *Il romanzo della materia* de Albert Ducrocq, en el que se criticaba la teoría de la “muerte térmica del universo”, predicha por Kelvin y Clausius, a mediados del siglo pasado, y que había aprendido en la Universidad, casi como artículo de fe. Como es sabido, dicha muerte se basa en la “disipación” continuada de la energía del univer-

so, según un proceso irreversible (Lord Kelvin, 1852), y en el aumento continuado de la entropía del universo, considerado como un sistema aislado, hasta un valor máximo, en el que se estabiliza, y que coincide con la uniformidad térmica (Clausius, 1867). Esto armonizaba bien con la transitoriedad del universo, enunciada en la Biblia, y con el espíritu puritano de aquella época en Inglaterra.

Sin embargo, posteriormente he averiguado que, ya en el siglo pasado, algunos físicos criticaron esta visión pesimista e incluso la tacharon de imprudente. Así, Helmholtz en Alemania y Rankine¹ en Inglaterra, objetaron que el universo, podría tener “fronteras” y que el calor radiante podría “reflejarse” y reconcentrarse, y así aquél, podría renovar de nuevo su actividad. ¿“Quien sabe si ciertos astros no son otra cosa que estos focos de energía”? Éstos puntos de vista fueron motejados de materialistas y hostiles a la religión.

Posteriormente se ha aducido que en el cosmos, existen interacciones universales, como la gravitatoria, que aunque despreciable a escala humana y tecnológica, no lo es a nivel cósmico, especialmente a muy baja temperatura, como lo demuestra, por ejemplo, el frecuente nacimiento de nuevas estrellas a partir de partículas, que se concentran por gravitación². Por otra parte, sabemos desde Einstein, que las radiaciones se curvan en los espacios interestelares y retornan, es decir, no se pierden en el “infinito”, como ya había supuesto Rankine. Por otra parte, ésto es coherente con las leyes dinámicas fundamentales de la naturaleza, que se cumplen con un máximo de “economía”.

Otros científicos del siglo pasado, que criticaron la muerte entrópica del universo, fueron entre otros, Boltzmann, Arrhenius, Ostwald y Poincaré, con su teorema de recurrencia, en el que se considera un proceso cíclico de *recarga, ente la energía cinética y la potencial*. Por otra parte, actualmente sostienen algunos termodinámicos que el segundo Principio de la Termodinámica, además de ser estadístico y no cumplirse a escala microfísica (fluctuaciones), no se cumple tampoco en condiciones alejadas del equilibrio, que se dan a escala cósmica. Así, por ejemplo, en la biosfera, que es un sistema altamente improbable; así también, existen estrellas con temperaturas de cientos de millones de grados en su núcleo, mientras que en los espacios intergalácticos, las emperaturas son próximas al cero absoluto y donde la densidad es del orden de 10^{-30} g/cm³ (cerca de un átomo de hidrógeno por metro cúbico), mientras que en los de “pulsar” o estrellas de neutrones, su densidad es próxima a la de los núcleos atómicos, o sea del orden de 10^{14} g/cm³. Asimismo, algunos astrofísicos sostienen actualmente, que la entro-

pía global del cosmos no ha variado prácticamente, desde poco después del “bing bang”; asimismo, que pueden producirse por azar singularidades en el espacio-tiempo.

En el transcurso de nuestro trabajo, hemos investigado también, sobre la gestación del concepto y del término energía, que, como tantas otras cosas, como por ejemplo el principio de indeterminación, estaba ya en germen en los antiguos filósofos griegos, que habían incluso inducido su conservación indefinida. El concepto moderno de energía, como causa de todos los fenómenos naturales, se deriva del “principio de conservación de la energía”, debido a Robert Mayer (1842)³ y a Joule (1845-1850), si bien se debe mencionar también a Helmholtz y a Kelvin, quien propuso el término “termodinámica” en 1854. Helmholtz consideró a dicho principio universal y unificador, acaso como el mayor descubrimiento científico de todos los tiempos, e incluso sugirió que, posiblemente, era la raíz del principio de casualidad. Por otra parte, a partir de la teoría de la relatividad especial se puede considerar, incluso a la materia, como una forma de la energía, lo que hace al principio de “conservación de la energía”, más general, que el “principio de conservación de la materia” de Lavoisier, y que el “principio de conservación de la cantidad de movimiento”, de Descartes.

Por otra parte, la energía fue el principio unificador en la construcción de la termodinámica y el electromagnetismo en el siglo XIX y muy probablemente de la teoría de la relatividad en el XX. Asimismo, Ostwald basó en dicho concepto su energética y dio un gran impulso a la físico-química, iniciada por Gibbs y Helmholtz, con base termodinámica. Puede decirse que el año 1842 marca la línea de separación entre la Física moderna y la Física antigua, en la que se creía que el calor se conservaba, en lo que incluso creyeron sabios como Lavoisier y Carnot.

El término energía fue propuesto por Rankine en (1852-1855) en Inglaterra y se extendió pronto al adoptarle Kelvin, el cual en su *Treatise of Natural Philosophy* (1867), emplea ya las expresiones “energía potencial” y “energía cinética”. Incluso Helmholtz se había referido al primer Principio, como de “conservación de la fuerza”, en el sentido de una generalización del “Principio de conservación de las fuerzas vivas”, debido a Huygens⁴. Sin embargo, pronto se advirtió que el término fuerza era ambiguo y confuso. Así, al publicar Faraday su trabajo *On the conservation of force* (1857), Rankine y Maxwell le propusieron que empleara el término energía, dado que la fuerza, en el sentido que se utiliza en Mecánica, no se conserva; es decir, los conceptos de fuerza y energía eran físicamente distintos.

Si bien la palabra energía proviene del griego *energeia*, atribuida a Aristóteles aventuramos que posiblemente Rankine la tomó de T. Young⁵ y éste del poeta inglés William Blake, por cierto considerado, por buena parte de la sociedad inglesa de su época, como un poeta maldito. Blake, algunos años antes, había escrito en *El matrimonio del cielo y el infierno* (1793), los siguientes versos, que entresacamos de su poema:

- I. *Energy is the only life.* (La energía es la única vida).
- II. *Reason is the bond or outward circumference of energy.* (La razón es el confin o circunferencia exterior de la energía).
- III. *Energy is eternal delight.* (La energía es gozo eterno).

En relación con el segundo verso, que se refiere a la razón como confin o frontera de la energía, parece deducirse del contexto del poema, que consideraba a la razón como el freno o control de la energía, lo que supone una increíble penetración poética para su tiempo.

Dichos versos son coherentes con las inducciones de Lavoisier, reflejadas en el párrafo siguiente, de su *Traité élémentaire de chemie* (1789), si consideramos a la luz como energía:

Sans la lumière la nature était sans vie, elle était morte et inanimée: Un Dieu bienfaisant, en apportant, la lumière, a réprendre sur la surface de la terre, l'organisation, le sentiment et la pensée.

En España, el término energía, aplicado a la física según el concepto moderno, a partir de los datos de que dispongo, fue introducido por G. Vicuña, en su obra *Teoría y cálculo de las máquinas de vapor y de gas, con arreglo a la Termodinámica* (Madrid, 1872). Así también, F. de Paula, en su trabajo *Termodinámica, su historia, sus aplicaciones y su importancia* (Barcelona 1876), realiza una puesta al día de la nueva ciencia, si bien el vocablo energía no le emplea hasta el último capítulo *La Termodinámica en el campo de la Metafísica*, es decir parece dar a dicho término un valor metafísico, trascendente, en el que no quiere entrar “porque sale fuera de las consecuencias de la Termodinámica”. Asimismo, es de citar a J. Echegaray, que trató de dar a conocer en sus artículos de *ciencia popular*, las tendencias de la ciencia moderna. Así, en su libro *Teorías modernas de la Física* (2^a. serie, 1883), utiliza ya profusamente el vocablo “energía”, que no había utilizado en su primera edición (Madrid 1867), en la que define el principio de conservación empleando todavía el término “fuerza” en vez del de “energía”.

Anteriormente, el vocablo energía tenía un significado, en general, más metafísico que el actual, refiriéndose principalmente a la intención de las palabras, al espíritu, a la voluntad, a la virtud⁵.

Sin embargo, la idea moderna de energía debía de estar, aunque sin tomar forma, en la atmósfera científica de la época, desde bastante antes; así V. González Valledor⁶ y J. Chavarrí en su *Curso elemental de Física y nociones de Química* (Madrid 1848), dicen:

“Llegados a este punto, no puede quedar género de duda respecto a la identidad de la electricidad y el magnetismo, y a la que llegará un día que se establezca, respecto de todos los fluidos imponderables; día en que la Ciencia habrá dado un paso inmenso por la sencillez con que sin duda se explicarán sus fenómenos y por el dilatado horizonte que entonces, más que ahora, debe presentarse respecto al ensanche de sus teorías y aplicaciones”.

Como se ha dicho, el concepto actual de energía cristalizó a la vez en Alemania y en Inglaterra, a mediados del siglo XIX, como había sucedido anteriormente con el cálculo infinitesimal, que dio lugar a la célebre polémica entre Newton y Leibniz sobre su paternidad.

Nos parece que son afines con las ideas anteriores, especialmente con las de Lavoisier, la ecuación cualitativa de la evolución y el cuadro de la misma, que presentamos seguidamente, como hipótesis de trabajo, y que forman parte de la tentativa cosmogónica citada al principio, en la que estamos trabajando.

La ecuación cualitativa general, dinámico-estadística, de la evolución, que presentamos, es la siguiente:

Orden \rightleftharpoons desorden + energía libre

que es relativa, dado que lo que hoy es orden, mañana puede ser desorden frente a un orden superior, y en donde la energía utilizada debiera ser la mínima necesaria. En esta expresión, el concepto de “orden” es sumamente amplio, y se refiere a un orden creativo progresivo; asimismo, el concepto “desorden” se refiere a “menos orden”.

Este proceso podría relacionarse con el mito tan extendido del fuego como purificador del pecado, es decir del “desorden”. Afortunadamente el hombre puede crear orden dinámico armónico en diversos campos, especialmente en los humanos, “desde dentro”, es decir libremente, sin acudir a métodos externos drásticos o escatológicos, por ejemplo, mediante el amor, la cultura, la razón y la voluntad, es decir la civilización, que incluye la moral (y ésta la virtud) y la ética, y mediante el establecimiento de objetivos comunes.

Respecto del cuadro de la evolución, que aparece en la figura núm. 1, señalamos lo siguiente:

En dicha figura hemos presentado, en una escala exponencial de base “e”, un posible desarrollo cronológico de la evolución del cosmos, desde el “bing bang”, hace probablemente unos 25.000 millones de años, hasta la actualidad.

El desarrollo evolutivo le hemos dividido en las tres fases siguientes: Evolución físico-química inorgánica o abiógena, evolución biológica y evolución cultural. La evolución físico-química abiógena, incluida la prebiótica de los compuestos del carbono, arranca desde el “bing bang” e incluye la formación de materia, galaxias y estrellas y la supernovación que dio lugar al sistema solar y a núcleos pesados, hasta la aparición de los primeros seres vivos (células sin núcleo o procariotas) sobre la tierra, es decir de la vida, hará unos 3.800 millones de años. El período de evolución biológica lo hemos estimado desde el estadio anterior, hasta la aparición del *Homo sapiens* (*Cromagnon*), con capacidad craneana semejante a la del hombre actual, es decir hasta la aparición de la inteligencia creativa, de la vida inteligente, como necesidad biológica, frente al medio. La evolución cultural, la hemos estimado desde el estadio anterior hasta el empleo industrial por el hombre de la energía nuclear de fusión y de la energía solar espacial, aparte de la que nos llega normalmente del sol, así como la aplicación de normas y leyes ecológicas a escala mundial, que consideramos podrán tener lugar hacia los comienzos del próximo milenio. A continuación, estimamos se iniciará la “evolución consciente”, es decir, dirigida por el propio hombre, que acaso está comenzando, y en la que se debería tender más a la calidad que a la cantidad, y ajustar el desarrollo humanístico con el tecnológico, a fin de que el proceso se produzca con las menos tensiones posibles.

Si se observa el cuadro general de la evolución de la figura núm. 1 y se comparan sus estadios, se deduce que los primeros organismos, constituidos por células sin núcleo o procariotas, aparecieron en la tierra antes de los 1.000 millones de años, a partir de la formación de la tierra, lo que daba la complejidad química y biológica de dichos organismos, parece un tiempo corto. Así, por ejemplo, cada célula contiene tantos átomos como células tiene el cuerpo humano, es decir, miles de millones.

Lo anterior hace pensar en la posibilidad de que la evolución prebiótica, a partir del material inorgánico, se haya iniciado bastante antes de la formación de la tierra, la cual, según nuestra hipótesis de trabajo, sería de segunda generación. Es decir, pudiera que, al menos buena parte de los componentes moleculares fundamentales de los primeros organismos o del primer organismo, fueran anteriores y luego se acoplaran, desarrollaran y duplicaran, en la tierra, dadas las condiciones favorables que encontraron, fun-

damentalmente la temperatura, la atmósfera (reductora en aquella época) y la presencia de agua en estado líquido, que pudieran ser el medio ideal para el desarrollo inicial de la vida, alimentada por el sol.

NOTAS

1 Rankine fue también autor, en el campo de la ingeniería, de una teoría sobre empuje de tierras (1857), ampliamente utilizada, incluso actualmente, en la Mecánica del Suelo.

2 Así también, la mecánica clásica, o newtoniana, que es adecuada a escala humana y tecnológica, no sirve en condiciones extremas. Así, a velocidades de los graves próximas a la de la luz, la mecánica más apropiada, actualmente, es la relativista; y para partículas con masas minúsculas, como el electrón, la mecánica más adecuada es la cuántica.

3 Mayer fue un *diletante*, como Faraday, como Darwin, como Einstein, etc. Mayer fue rechazado por los físicos, con quienes quiso entrar en relación. Como consecuencia de esta repulsa perdió la razón.

4 De los estudios de Huigens (1629-1695) se deduce que, en el péndulo físico, la energía mecánica se conserva y que el choque elástico, la cantidad $\sum mv^2$ ("fuerza viva") permanece invariable. Leibniz (1646-1716) extendió a todo el universo el principio de conservación de la "fuerza viva" o "capacidad de acción".

5 Thomas Young, había sugerido en 1801 que el término de energía sustituía al de fuerza viva. Entre sus aportaciones más destacadas figura su prueba, de que la luz era un movimiento ondulatorio, mediante experimentos de interferencia y descubrió la propiedad del cristalino del ojo de adaptarse a las diferentes distancias luminosas.

En la Biblia vulgata se emplea frecuentemente la palabra virtud en el sentido de poder o capacidad de obrar, lo que puede equipararse actualmente con el de energía en la esfera de la física; sin embargo en Santo Tomás el término virtud se refiere ya a obrar bien libremente.

6 A González Valledor, le sucedió en su vacante de la Real Academia de Ciencias, J. Echeagaray, que, como se ha indicado, conoció y asimiló el nuevo concepto de energía en Física y que, por el mismo tiempo, acogió también favorablemente la teoría del darwinismo, como lo muestra su carta-prólogo al libro de R. García Alvarez *Estudio sobre el transformismo* (1883). Más lejos llegó posiblemente, en este sentido, Ramón y Cajal (Premio Nobel, dos años después de Echeagaray), que aceptó las ideas evolucionistas en algunas de sus investigaciones sobre la histología del cerebro.

