



RELAZIONI ACCADEMICHE

Amedeo Avogadro

Edición de Marco Ciardi y Mariachiara di Matteo

Leo S. Olschki Editore, 2016.

Amedeo Avogadro

Su relación con las sociedades e instituciones del siglo XIX

Entre las primeras definiciones que el alumno de secundaria encuentra cuando empieza a manejar diccionarios de unidades y de teorías se encuentran la ley de Avogadro y el número de Avogadro. La ley establece que, a la misma temperatura y presión, los volúmenes iguales de todos los gases contienen idéntico número de moléculas. El *Dent dictionary of measurement*, a propósito del número de Avogadro, N_A , expone que el número de moléculas (átomos o iones) en un mol de una sustancia cualquiera es igual a $6,02253 \times 10^{23}$.

Avogadro introdujo su famosa ley en 1811, en el artículo *Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons*, que publicó en el prestigioso *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle*. Allí escribió: «Es, pues, necesario admitir que existen allí relaciones muy sencillas entre los volúmenes de las sustancias gaseosas y el número de moléculas simples o complejas que lo forman. A este respecto, la hipótesis que se presenta y que pareciera ser la única admisible es suponer que, en cualquier gas, el número de moléculas integrantes es siempre el mismo a igual volumen, o es siempre proporcional a los volúmenes». Tres años después arribó a conclusiones parecidas André-Marie Ampère. Su hipótesis, dirigida a explicar los resultados de Gay-Lussac, se encuentra incluida en una carta a Berthollet.

Avogadro se percató pronto del valor extraordinario de tal hipótesis, pero murió antes de recibir el reconocimiento de la comunidad científica. Sus contemporáneos no comprendieron el sentido de su conjetura y esta no se aceptó hasta 1858,

gracias a la intervención de Stanislao Cannizzaro (1826-1910). Disponemos hoy de un extenso repertorio de pruebas de que Avogadro tenía razón en algunos casos (gases nobles). La ley proporciona un método directo para descubrir la fórmula molecular de un gas; la fórmula ofrece, a su vez, las masas atómicas relativas de los elementos presentes en ella. La ley de Avogadro muestra que los gases simples hidrógeno y oxígeno son diatómicos (H_2 y O_2) y que el agua es H_2O , y no HO , como creía Dalton. La reivindicación de Cannizzaro supuso el comienzo de la univocidad de las fórmulas químicas.

Pero ¿quién era Avogadro? Los estudios realizados en los últimos veinte años habían perfilado la imagen de un científico especulativo, sin inclinación hacia la actividad de tipo experimental. Nacido en 1776 y fallecido en 1856, Amedeo Avogadro siguió la tradición familiar y estudió leyes, aunque abandonó el foro por la docencia de física y química en Vercelli. En 1816, el rey Vittorio Emanuele I instituyó en Turín la cátedra de física sublime (física matemática). Avogadro fue llamado para ocuparla a propuesta de Prospero Balbo, presidente de la Academia de Turín. La mantuvo hasta finales de 1822, cuando fue suprimida a raíz de las revueltas estudiantiles de 1821.

Además, se nos revela ahora, fue socio muy activo y responsable en el cumplimiento de las tareas técnico-científicas de la Academia de Ciencias de Turín en la primera mitad del siglo XIX. El *motto* de la entidad, a la que perteneció desde 1819, rezaba *Veritas et utilitas*, leyenda que compendia el talante práctico de las instituciones surgidas a imagen de la famosa Real Sociedad londinense, cuyo lema era *Nullius in verba*: es decir, había que guiar-

se por lo observado o experimentado, no por las palabras de autoridad alguna.

En los archivos de la Academia de Turín se conservan un millar largo de documentos, entre informes, opiniones y juicios que los académicos emitieron en su labor de consejeros sobre numerosas cuestiones concernientes a la actividad institucional (peticiones de patentes, memorias sometidas a una posible publicación, etcétera). Documentos cuyo valor trasciende lo científico para abarcar la historia de la economía, la técnica y el pensamiento de comienzos del siglo XIX. Más de setenta documentos portan el juicio de Avogadro. En el razonamiento de la concesión de una patente industrial (un «privilegio») se refleja su preparación y habilidad experimental, atento siempre a satisfacer las exigencias económicas a través del progreso científico-técnico. Las solicitudes sobre las que informó inciden en el sector textil, el de la seda y el de la edición, sin olvidar el del alumbrado o los barcos de vapor.

En su tiempo, la máquina de vapor ocupaba los afanes de muchos comerciantes e inventores. En este ámbito aplicó sus conocimientos sobre la teoría del calor a la valoración de los proyectos. También reviste interés sobre el sector de las comunicaciones a propósito del telégrafo. La patente la poseía ya una compañía multinacional representada por empresarios franceses e ingleses que querían introducir el telégrafo eléctrico inventado por Cooke y Wheatstone. Avogadro no puso reparos técnicos, pero sí económicos, y les negó la exclusividad.

En estas *Relaciones* hay cuatro informes de Avogadro dedicados al alumbrado por gas. El solicitante de una de las patentes, L. Mazzara, alegaba que ya poseía patentes sobre el particular en Inglaterra y en los Estados Austriacos. A ello la Academia de Ciencias de Turín respondía que en esos países las patentes se concedían a cualquiera que lo solicitara «sin previo examen de las invenciones propuestas». Entre los informes relativos a memorias que aspiraban a la publicación, destaca, por el trato severo que recibe, la memoria de Luigi Brenta sobre la naturaleza de la luz y el espectro solar. Se le reprocha al autor que no presente ningún hecho nuevo, sino que se limite a expresar ideas vagas e incoherentes. Avogadro entendía el avance de un país como la acción mancomunada de teorías sólidas y sobrias, aplicación técnica y divulgación: los rafiles sobre los que correría la ciencia desde entonces.

—Luis Alonso



La torre de marfil en ruinas

El papel de la ciencia como institución social
Miguel Alcívar
Universidad de Sevilla



Neurociencia computacional

Inteligencia artificial para la psicología y la neurociencia
Carlos Pelta
Universidad Complutense de Madrid



Ciencia en tensión

Relaciones entre biomedicina y sociedad
Gregorio Valencia
Instituto de Química Avanzada de Cataluña



Meteoritos y ciencias planetarias

Historias sobre meteoritos
J. M. Trigo-Rodríguez
Instituto de Ciencias del Espacio - CSIC



Las mariposas del alma

Nuevas ideas en psicología
Antonio Crego
Universidad a Distancia de Madrid

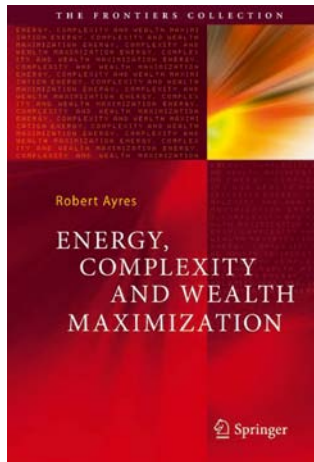


El cerebro de Rubik

Neuroepigenómica
Raúl Delgado Morales
Instituto Max Planck de Psiquiatría en Múnich

Y mucho más...

www.scilogs.es



ENERGY, COMPLEXITY AND WEALTH MAXIMIZATION

Robert Ayres
Springer International Publishing, 2016.

«Esta vez es diferente»

La importancia de la energía explicada a expertos de otras áreas

El libro *Energy, complexity and wealth maximization* («Energía, complejidad y maximización de la riqueza»), de Robert Ayres, es la última contribución de este gran científico al análisis energético, tan desaparecido de nuestras facultades. Junto con autores como James Kay o Tim Allen (ecología) o Vaclav Smil (sistemas energéticos), el trabajo de Bob Ayres se ha centrado no solo en analizar y explicar el papel de la energía en el origen de la vida y el funcionamiento de los sistemas naturales y humanos, sino en educar a profesionales de otras áreas en el rol crucial que desempeña la energía. Ese es precisamente el objetivo de este libro: explicar la importancia de la energía a personas formadas en otras ramas del conocimiento que, normalmente, no le prestan demasiada atención, como los economistas.

¿Por qué centrarse en los economistas? Porque, ante la pregunta inocente de un estudiante sobre dónde están los recursos naturales en la función de producción normalmente empleada en economía (la cual solo depende del capital K y del trabajo L : $Y = Af(K,L)$, donde Y denota el PIB y A es una variable que, en teoría, recoge el avance tecnológico), la respuesta de muchos profesores de materias como crecimiento económico es, simplemente, añadirlos a la función. Esto tiene el problema de obviar que la producción y la reproducción tanto del capital como del trabajo necesitan recursos naturales: un error repetido por economistas de prestigio como Joseph Stiglitz o Robert Solow. El libro aborda estos problemas desde la perspectiva de los sistemas complejos, las redes ecológicas y la termodinámica de sistemas fuera del equilibrio para mostrar la importancia de la energía en la evolución de los sistemas naturales y sociales, [véase «Econo-

mía biofísica», por Jesús Ramos Martín; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, junio de 2012].

La obra se divide en tres partes. La primera se centra en definir conceptos fundamentales, como entropía y «exergía» (o energía útil), así como en analizar el papel de la energía en la creación del universo, el origen de la vida y el funcionamiento del sistema terrestre y los ciclos que lo regulan. La segunda presenta la importancia de la energía en el avance de la ciencia y la técnica, abordando incluso las limitaciones en términos tecnológicos de la actual dependencia del petróleo como recurso agotable. Por último, la tercera recoge desde la visión de la economía ortodoxa hasta las tesis que hoy comparten ecólogos, economistas ecológicos y otros científicos con respecto a la relación entre la disponibilidad y uso de energía y la generación de riqueza material, así como los desafíos que encontramos en una sociedad fuertemente dependiente de los recursos fósiles. El libro termina con una serie de apéndices orientados a profundizar en la modelización de la energía para explicar el crecimiento económico, y en cómo los límites de los recursos no se ciñen a la energía, sino también a la disponibilidad de materiales. Como decía Georgescu-Roegen, la materia también importa (*matter matters, too!*).

La energía, dice el autor, es la esencia de toda sustancia. La energía útil, o exergía, es la que permite la creación y condensación de la materia y los recursos, pero también la que hace mover el aparato industrial que transforma esos recursos en bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas: el «metabolismo biofísico» del que hablaba Georgescu-Roegen. Sin gradientes de energía disponible no hay evolución de los sistemas.

La evolución prima a los individuos, ecosistemas y sociedades que son capaces de procesar un mayor volumen de recursos, en la línea de lo apuntado por Howard Odum. Son estos gradientes de recursos disponibles los que permiten que las sociedades evolucionen hacia formas cada vez más complejas, con mayor cantidad de estructuras y con una mayor interacción entre individuos. Es decir, una ciudad resulta más compleja que una comunidad de cazadores-recolectores precisamente porque cuenta con una mayor disponibilidad de recursos.

Para numerosos economistas, como Stiglitz y Solow, el conocimiento constituye una especie de nuevo recurso que explica la mejora de la productividad y la creación de riqueza. Sin embargo, no tienen en cuenta la base material de ese conocimiento. La información y el conocimiento resultan baratos de reproducir pero costosos de producir. La generación de conocimiento requiere estructuras (universidades y centros de investigación) y mano de obra dedicada, cuyo mantenimiento consume importantes cantidades de recursos. Para Ayres, es la energía útil, o exergía (o, mejor dicho, el trabajo útil realizado con su consumo) lo que pro-

voca los aumentos de productividad y, por ende, la creación de riqueza. Por tanto, ese cambio tecnológico (la *A* que aparece en la función de producción de Solow) depende de la disponibilidad de recursos.

Es aquí donde entra a colación el título de esta reseña. Como dice el autor, «esta vez es diferente», pues la sociedad se enfrenta por primera vez en la historia a la escasez de energía y de materiales, los cuales ponen en juego la posibilidad de crear riqueza material. Esto sigue siendo obviado por la mayoría de los economistas, que, en un exceso de optimismo tecnológico, todavía ven el conocimiento y el progreso técnico como disociado del consumo de recursos. Es decir, se sigue sin tener en cuenta la energía como fuente de riqueza y motor del crecimiento económico. Esto es así porque la mayoría de los modelos económicos que todavía se usan en la toma de decisiones asumen, erróneamente, que no hay límites a la oferta de energía. La misma miopía, nos indica el autor, parece aplicarse también a los recursos materiales, pues se sigue obviando la escasez geológica de los mismos.

En conclusión, no se puede permitir que la toma de decisiones se base en teorías ni en disciplinas que resultan extre-

madamente simplificadoras, como sucede con la economía. La riqueza material y el aumento del nivel de vida asociado van íntimamente ligados al consumo de recursos. Y la energía constituye el recurso fundamental, al ser necesario en cualquier proceso de transformación de unos recursos en otros.

Garantizar la continua provisión de estos recursos debería ser el objeto de la ciencia económica. Sin embargo, dado que hoy una parte considerable de la riqueza no es de carácter material, sino financiero, la disociación con nuestro entorno parece cada vez mayor. Esto hace que contribuciones como la de Bob Ayres con este libro sean cada vez más importantes, especialmente —aunque no solo— en las facultades de economía. Para que todos, incluidos quienes toman las decisiones, entendamos la base material de la vida, del proceso económico y, por ende, de la satisfacción de las necesidades humanas. *Energy, complexity and wealth maximization* debería ser de lectura obligada tanto para ecólogos como para economistas.

—Jesús Ramos Martín

Universidad Regional Amazónica

IKIAM

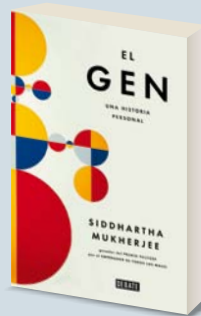
Tena, Ecuador

NOVEDADES



LA CIENCIA EN LA HISTORIA DE MÉXICO

Eli de Gortari
Reedición de la obra de 1963
Fondo de Cultura Económica, 2016
ISBN: 9786071626332
633 págs. (320 \$Mex)



EL GEN UNA HISTORIA PERSONAL

Siddhartha Mukherjee
Debate, 2017
ISBN: 9788499927534
768 págs. (24.90 €)

LAS 'MENTIRAS' CIENTÍFICAS SOBRE LAS MUJERES

S. García Dauder y Eulalia Pérez Sedeño
Libros de la Catarata, 2017
ISBN: 978-84-9097-265-6
256 págs. (18 €)



EL GRAN CUADRO LOS ORÍGENES DE LA VIDA, SU SENTIDO Y EL UNIVERSO ENTERO

Sean Carroll
Pasado & Presente, 2017
ISBN: 9788494619311
519 págs. (35 €)

