

Capítulo gratis

Desarrollo de la termodinámica

Gonzalo J. Morales M.

Ensayo

 libros
en red

Desarrollo de la termodinámica

Capítulo gratis

Gonzalo J. Morales M.

Colección
Ensayo



www.librosenred.com

Dirección General: Marcelo Perazolo
Diseño de cubierta: Daniela Ferrán
Diagramación de interiores: Julieta L. Mariatti

Está prohibida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento informático, la transmisión de cualquier forma o de cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, registro u otros métodos, sin el permiso previo escrito de los titulares del Copyright.

Primera edición en español en versión digital
© LibrosEnRed, 2012
Una marca registrada de Amertown International S.A.

Para encargar más copias de este libro o conocer otros libros de esta colección visite www.librosenred.com

ÍNDICE

Capítulo II

Etapa de los gases y de la termometría

El calor y la máquina de vapor	6
1. Girolamo CARDAN o Cardano (1501-1576). Pavía (Italia)	7
2. Gianbattista DELLA PORTA (1538-1616). Nápoles (Italia)	8
3. Blasco DE GARAY (España)	8
4. Simon STEVIN (1548-1620). Brujas (Bélgica)	8
5. Francis BACON (1561-1626). Londres (Inglaterra)	8
6. GALILEO GALILEI (1564-1642). Pisa (Italia)	9
7. Cornelius DREBBEL (1572-1634). Alkmaer (Holanda)	9
8. Johann KEPLER (1571-1630). Weil (Alemania)	9
9. Salomón CAUSS (1576-1630). Normandía (Francia)	10
10. Jan Baptist VAN HELMONT (1577-1644). Bruselas (Bélgica)	10
11. Jean Rey (1583-1645). (Bélgica o Francia)	11
12. Johann C. STURM (1653-1703). (Alemania)	11
13. Marino MERSENNE (1588-1648). Maine (Francia)	11
14. Renato DESCARTES (1596-1650). La Haya (Francia)	11
15. Otto von GUERICKE (1602-1686). Magdeburg (Alemania)	12
16. Gian Alfonso BORELLI (1608-1679). Nápoles (Italia)	12
17. Evangelista TORRICELLI (1608-1647). Faenza (Italia)	12
18. Edme MARIOTTE (1620-1684). Dijon (Francia)	13
19. Blaise PASCAL (1623-1662). Clermont (Francia)	13
20. Paolo BUONO (1625-1662). Florencia (Italia)	14
21. Edward Somers (1601-1667). Londres (Inglaterra)	15
22. Robert BOYLE (1627-1691). Lismore (Irlanda)	15
23. John MAYOW (1641-1679). Cornwall (Inglaterra)	16
24. Christian HUYGHENS (1629-1695). La Haya (Holanda)	16
25. Robert HOOKE (1635-1702). Isla de Wight (Inglaterra)	16
26. Isaac NEWTON (1642-1727). Woolsthorpe (Inglaterra)	17
27. Olaf ROEMER (1644-1710). Aarhus (Dinamarca)	17
28. Rudolf Wilhelm LEIBNITZ (1646-1716). Leipzig (Alemania)	17
29. Denis PAPIN (1647-1714). Blois (Francia)	18

30. Jean HAUTEFEUILLE (1647-1724). Orleans (Francia)	19
31. Thomas SAVERY (1650-1715). Shilston (Inglaterra)	19
32. Jean DESAGULIERS (1683-1744). La Rochelle (Francia)	19
33. Georg Ernst STAHL (1660-1734). Anspach (Alemania)	20
34. Guillaume AMONTONS (1663-1705). París (Francia)	20
35. Thomas NEWCOMEN (1663-1729). Dartmouth (Inglaterra)	20
36. Christian WOLFF (1679-1754). Breslau (Alemania)	21
37. René-Antoine Ferchault de REAUMUR (1683-1757). La Rochelle (Francia)	21
38. Guillermo Jacobo S'GRAVESANDE (1688-1742). Bois-le-Duc, Brabante (Holanda)	22
39. Daniel Gabriel FAHRENHEIT (1690-1740). Danzig (Alemania)	22
40. Peter van MUSSCHENBROEK (1692-1761). Leyden (Holanda)	22
41. Henri PITOT (1695-1771). Aramon, Languedoc (Francia)	22
42. Daniel BERNOULLI (1700-1782). Basilea (Suiza)	23
43. Anders CELSIUS (1701-1744). Uppsala (Suecia)	23
44. Leonard EULER (1707-1783). Basilea (Suiza)	24
45. Miguel LOMONOSOV (1711-1765). Kuróstrov (Rusia)	24
46. Nicol CUGNOT (1725-1804). Void, Meuse, Lorena (Francia)	25
47. Johann Henrik LAMBERT (1728-1777). Mulhausen (francés o alemán)	26
48. Joseph BLACK (1728-1799). (Escocia)	27
49. Antoine BAUMÉ (1728-1804). Senlis (Francia)	27
50. Joseph PRIESTLEY (1733-1804). York (Inglaterra)	28
51. Henry CAVENDISH (1731-1810). (Inglaterra)	30
52. Karl SCHEELE (1742-1786). Stralsund (Suecia)	31
53. Louis JOSEPH, Conde de Lagrange (1736-1813). (Francia)	32
54. James WATT (1736-1819). (Escocia)	32
55. William HERSCHEL (1738-1822). (alemán-inglés)	33
56. Jacques CHARLES (1746-1823). Beaugency (Francia)	33
57. Hermanos MONTGOLFIER. Joseph (1740-1810) y Jacques (1745-1799). Vidalón (Francia)	33
Conclusiones	34
Acerca del autor	35
Editorial LibrosEnRed	36

Capítulo II

Etapa de los gases y de la termometría
El calor y la máquina de vapor

Tal cual quedó establecido en el Capítulo I, para esta etapa que sigue había pocos conocimientos teóricos previos en los cuales sustentarse y las experiencias acumuladas por los alquimistas no eran suficientes; solo se disponía de una base general tanto teórica como práctica muy endeble, peligrosa y muy propensa a ser calificada como herejía. Veremos, entonces, que unos desarrollos condujeron a otros más avanzados.

Esta etapa abarca el espacio de tiempo comprendido por la fase en que comienzan las primeras investigaciones conocidas hasta que, avanzadas estas, ya se podía estructurar un concepto —o teoría— más aceptable sobre el calor, sus efectos y aplicaciones apreciados. Comprende a los científicos e investigadores cuyos trabajos se extienden entre 1528 y 1790.

1. GIROLAMO CARDAN O CARDANO (1501-1576). PAVÍA (ITALIA)

Médico, filósofo, matemático y astrólogo.

Formado por su padre. Educado en las universidades de Pavía y Padua, Cardano recibe su título de médico en 1526.

En Milán, es profesor de Matemáticas. Ingresa como docente en la Escuela de Medicina en 1539 y pronto llega a ser rector.

Se hace famoso como médico y en 1543 acepta una posición como profesor de Medicina en Pavía. En 1562, pasa a ser profesor en Bologna.

Consideró la resistencia del aire sobre los proyectiles y determinó la densidad de varios cuerpos por medio de esta resistencia; midió la velocidad del viento; discurrió sobre la necesidad de la presencia del aire para que un cuerpo entre en combustión; observó la potencia del vapor, y emitió la idea de que podría aprovecharse como fuerza y que su condensación produjera el vacío.

2. GIANBATTISTA DELLA PORTA (1538-1616). NÁPOLES (ITALIA)

De familia distinguida, fue educado por su tío.

Se le atribuye el invento del termómetro y de la máquina de vapor. Imaginó un aparato muy parecido al de Herón, o sea, un dispositivo donde el vapor ejerce una presión sobre la superficie del agua encerrada en un recipiente y hace que esta salga por un tubo. Este experimento tenía el fin de determinar *en cuántas partes de aire una parte de agua puede transformarse*.

3. BLASCO DE GARAY (ESPAÑA)

Mecánico y marino.

A principios del siglo XVI, según documentos españoles no claros, se le atribuye haber construido y experimentado en Barcelona un barco donde reemplazó los remos y velas por una enorme caldera. Esto no ha sido comprobado.

Las fechas conocidas están entre 1539 y 1541.

4. SIMON STEVIN (1548-1620). BRUJAS (BÉLGICA)

Matemático, físico e ingeniero.

Estudió en Amberes.

Se presume que fue el primero que tuvo seguridad de la pesantez del aire.

Descubrió la paradoja hidrostática, definida así: la presión hacia abajo en un líquido es independiente de la forma del recipiente, y depende solo de su altura y base. También dio la medida de la presión en cualquier punto de las paredes del recipiente.

5. FRANCIS BACON (1561-1626). LONDRES (INGLATERRA)

Filósofo y físico.

Estudió en el Trinity College, en la Universidad de Cambridge.

Efectuó observaciones sobre la pesantez y la elasticidad del aire, y la dilatación por el calor como *un movimiento de expansión y ondulación de las partículas de los cuerpos*.

6. GALILEO GALILEI (1564-1642). PISA (ITALIA)

Físico y matemático.

De noble familia, tuvo por maestro a su padre.

Estudió Medicina en Pisa.

Se le atribuye la invención del termómetro —aun cuando Filón de Bizancio ya había inventado un termómetro de aire, que Herón perfeccionó—.

Es fundador del método experimental.

7. CORNELIUS DREBBEL (1572-1634). ALKMAER (HOLANDA)

Físico y químico. Mecánico ingenioso.

Construyó, en 1619, el primer microscopio con lentes convexas. También inventó una incubadora de pollos con un termostato de mercurio que permitía mantener la temperatura constante. Se trata del primer sistema con controlador del que se tiene constancia.

Intentó sin éxito aplicar el mismo principio para crear un sistema de aire acondicionado. También se le concede a Drebbel el mérito de la invención del primer termómetro.

8. JOHANN KEPLER (1571-1630). WEIL (ALEMANIA)

Matemático y astrónomo.

De familia muy pobre.

En el Seminario, estudió matemáticas y astronomía.

Tras estudiar en los seminarios de Adelberg y Mailbronn, Kepler ingresó en la Universidad de Tübingen (1588), donde cursó los estudios de Teología y fue también discípulo del copernicano Michael Mästlin.

En 1594, sin embargo, interrumpió su carrera teológica al aceptar una plaza como profesor de Matemáticas en el seminario protestante de Graz.

Intuyó el concepto de *trabajo*, pues consideró necesario medir la *potencia* en su relación con el movimiento. Empleaba el término *energía*.

9. SALOMÓN CAUSS (1576-1630). NORMANDÍA (FRANCIA)

También se le atribuye la nacionalidad alemana.

Arquitecto e ingeniero.

En 1615, publicó en Frankfurt su obra *Las razones de las fuerzas motrices*, donde describe un invento que consiste en un recipiente metálico cerrado, en el cual un tubo penetra hasta el fondo. Se introducía agua en su interior y se calentaba: el vapor generado allí ejercía presión sobre la superficie del agua que se formaba con fuerza por el tubo. Tenía por objeto la realización de un trabajo.

También se le atribuye la invención de un termómetro.

No creía en la pesantez del aire.

10. JAN BAPTIST VAN HELMONT (1577-1644). BRUSELAS (BÉLGICA)

Médico, físico y químico.

Noble. Educado en Lovaina.

Identificó los compuestos químicos dióxido de carbono y óxido de nitrógeno.

Fue el primero en reconocer la existencia de los gases como estado físico de sustancias químicamente distintas. El mismo nombre de *gas* fue usado por él.

Diferenció el gas del aire.

Probablemente, haya sido también inventor del termómetro, y quien pensara establecer como puntos fijos la temperatura del hielo fundente y la del vapor de agua.

Inventó un termómetro diferencial.

11. JEAN REY (1583-1645). (BÉLGICA O FRANCIA)

Farmacéutico, químico, físico y doctor en Medicina.

Publicó, en 1630, *Ensayos*, que describe experimentos para comprobar la pesantez del aire, donde explica que el estaño y el plomo aumentan de peso cuando se calinan, porque el aire les cede sus moléculas pesantes.

En 1639, perfecciona la construcción de los termómetros.

12. JOHANN C. STURM (1653-1703). (ALEMANIA)

Matemático y físico.

Fabricó un termómetro diferencial y lo empleó para medir la radiación calorífica.

13. MARINO MERSENNE (1588-1648). MAINE (FRANCIA)

Filósofo, teólogo y matemático.

Estudió en el Colegio de Jesuitas de La Flèche. Ingresó en la Orden de los Padres Mínimos. Fue amigo y condiscípulo de Descartes.

Describió experimentos sobre la dilatación del aire. Se supone que concibió la comprobación de la existencia de la presión atmosférica (1647).

14. RENATO DESCARTES (1596-1650). LA HAYE (FRANCIA)

Filósofo y matemático.

Era noble, Señor del Perrón.

Estudió en el Colegio de Jesuitas de La Flèche y en Poitiers se licenció en Derecho.

En 1631, rechaza el concepto de vacío y acepta el de presión del aire atmosférico. Concibió el calor como movimiento de las partes pequeñas de los cuerpos.

En 1637, introduce el concepto de *éter*.

15. OTTO VON GUERICKE (1602-1686). MAGDEBURG (ALEMANIA)

Físico. Hijo de un magistrado.

Estudió Derecho, Matemáticas y Mecánica en las Universidades de Leipzig, Helmstadt, Jena y Leyden.

Alcalde de Magdeburg.

Interesado por la discusión del vacío y del peso del aire, inventó el principio de la máquina neumática entre 1633 y 1650.

En 1654, efectuó públicamente el famoso experimento: en un globo de metal compuesto por dos hemisferios, donde había hecho el vacío, estos no pudieron ser separados por ocho caballos que halaban de cada lado, sino después de grandes esfuerzos. A este experimento se le denomina *de los hemisferios de Magdeburgo*.

Construyó un barómetro de agua.

16. GIAN ALFONSO BORELLI (1608-1679). NÁPOLES (ITALIA)

Médico y físico.

Hijo de un soldado. Estudió con Castelli.

Doctor en Medicina en Roma.

Perfeccionó la construcción del barómetro.

17. EVANGELISTA TORRICELLI (1608-1647). FAENZA (ITALIA)

Físico.

Estudió en el Colegio de Jesuitas de la Sapienza y en Roma aprendió matemáticas con Castelli. Fue, junto con Viviani, discípulo preferido de Galileo.

Profesor de Matemáticas en Florencia desde 1642.

Inventó el barómetro de mercurio (1644) y el areómetro de volumen constante.

Demostró la existencia de la presión atmosférica.

18. EDME MARIOTTE (1620-1684). DIJON (FRANCIA)

Físico.

Eclesiástico.

Miembro de la Academia de Ciencias de París.

Es autor de la ley de la proporcionalidad entre la presión y el volumen de los gases, llamada *ley de Mariotte*, publicada en su ensayo de 1676, acerca de la naturaleza del aire, también conocida como *ley de Boyle-Mariotte*.

Estudió la dilatación —y contracción— del agua de 4°C a 0°C, así como también las variaciones barométricas.

19. BLAISE PASCAL (1623-1662). CLERMONT (FRANCIA)

Físico y matemático.

Su padre, Esteban Pascal, matemático, era parte del grupo de sabios que constituyó, posteriormente, la Academia de Ciencias.

Fue un estudiante muy precoz: a los dieciséis años escribió el *Tratado de las Cónicas*.

A partir de 1646, realizó diversos experimentos para demostrar la presión atmosférica. En 1653, terminó sus dos obras: *El equilibrio de los licores* y *Pesantez de la masa del aire*, donde enuncia el *principio de Pascal*.

Pascal trabajó en los campos de estudio de líquidos —hidrodinámica e hidrostática—, centrándose en los principios de fluidos hidráulicos. Entre sus invenciones se incluye la prensa hidráulica —que usa la presión hidráulica para multiplicar la fuerza— y la jeringuilla. En el año 1646, Pascal ya conocía los experimentos de Evangelista Torricelli con barómetros. Tras replicar la creación de un barómetro de mercurio, para lo cual se coloca un tubo de mercurio boca abajo en un recipiente lleno de ese metal, Pascal comenzó a cuestionarse qué fuerza era la que hacía que parte del mercurio se quedase dentro del tubo y qué era lo que llenaba el espacio por encima del mercurio hasta el final del tubo.

Tras una serie de trabajos experimentales en esta línea, en 1647, Pascal publicó *Experiences nouvelles touchant le vide* (*Nuevos experimentos sobre el vacío*), en donde detallaba una serie de reglas básicas que describían hasta qué punto varios líquidos podían estar soportados por la presión del

aire. También ofrecía razones, demostrando que por encima de la columna de líquido había realmente un vacío.

El 19 de septiembre de 1648, realizó el experimento esencial para la teoría de Pascal. El relato, escrito por Périer, dice así:

(...) a las ocho, llegamos a los jardines de la Orden de los Mínimos, que tiene la menor elevación en la ciudad (...). Primero, vertí dieciséis libras de mercurio (...) en un recipiente (...); luego tomé diversos tubos de cristal (...), cada uno de cuatro pies de largo y herméticamente sellados en un extremo y abiertos en el otro (...); luego los coloqué en el recipiente [de mercurio] (...) y observé que el mercurio ascendía hasta 26" y 3½ líneas por encima del mercurio del recipiente (...). Repetí el experimento dos veces más, estando sobre el mismo lugar (...), con el mismo resultado en cada ocasión (...).

Adherí uno de los tubos al recipiente y marqué la altura del mercurio y (...) solicité al padre Chastin, de la Orden de los Mínimos (...), que vigilase si ocurría algún cambio a lo largo del día (...). Tomando el otro tubo y una parte del mercurio (...), anduve hasta la cima del Puy-de-Dôme, unas 500 brazas más alta que el monasterio, en donde el experimento (...) mostró que el mercurio alcanzaba una altura de solo 23" y 2 líneas (...). Repetí el experimento cinco veces con cuidado (...), cada uno en diferentes puntos de la cima (...), y resultó la misma altura del mercurio (...) en cada caso (...).

Pascal repitió el experimento en París, transportando el barómetro hasta lo alto del campanario de la iglesia de Saint-Jacques-de-la-Boucherie, a una altura de unos cincuenta metros. El mercurio cayó unas dos líneas. Estos y otros experimentos de Pascal fueron aclamados por Europa por establecer el principio y el valor del barómetro. El insistir en la existencia del vacío lo llevó a un conflicto con otros científicos prominentes, incluyendo, entre ellos, a Descartes.¹

20. PAOLO BUONO (1625-1662). FLORENCIA (ITALIA)

Matemático y físico.

Fue discípulo de Galileo.

Estudió la incompresibilidad de los líquidos.

Hizo una importante observación sobre el calor radiante, al notar que este *no se propaga a una lente de hielo que lo condensa.*

¹ Tomado de Wikipedia.

21. EDWARD SOMERSET (1601-1667). LONDRES (INGLATERRA)

Conde de Glamorgan, Marqués de Worcester.

Estudioso, erudito e ingenioso. Era poseedor de una inmensa fortuna.

En 1663, publicó una interesante descripción de sus inventos, llamada *Los cien inventos de Worcester*.

Se le considera el verdadero inventor de la máquina de vapor moderna. Consistía en una caldera cerrada con un tubo que llega al fondo y sale a cierta altura al exterior, y otro tubo que comunica la parte superior de esta caldera con la parte superior de un segundo recipiente, también provisto de un tubo de salida de agua que penetra hasta su fondo; además, los dos recipientes tienen, cada uno, un tubo con llave para hacer entrar el agua en el aparato.

22. ROBERT BOYLE (1627-1691). LISMORE (IRLANDA)

Físico y químico.

Hijo del Conde Richard Boyle, heredó una inmensa fortuna.

Estudió en el Eton College. Pasó un tiempo con Galileo.

Realizó numerosas observaciones sobre el vacío. Construyó el manómetro de mercurio. En 1660, enunció la ley de proporcionalidad entre el volumen y la presión de los gases. Observó, por primera vez, la influencia de la presión sobre el punto de ebullición del agua.

Fue el iniciador del movimiento científico en Inglaterra y defensor del método experimental.

A pesar de todo el importante trabajo que realizó en física —el enunciado de la *ley de Boyle*, el descubrimiento de la participación del aire en la propagación del sonido y las investigaciones sobre la fuerza expansiva del agua congelada, sobre gravidades específicas y los poderes refractivos, sobre los cristales, sobre la electricidad, sobre el color, sobre hidrostática, etcétera—, la química fue su estudio favorito. Comprendió la diferencia entre mezclas y compuestos; realizó un considerable progreso en la técnica de detectar sus ingredientes, un proceso que designó con el término de *análisis*. Más aún, supuso que los elementos estaban finalmente compuestos de partículas de varias clases y tamaños, dentro de los cuales no se podía penetrar. La química aplicada le debe la introducción de métodos refinados y un conocimiento ampliado de

sustancias individuales. *También estudió la química de la combustión y de la respiración, y condujo experimentos en fisiología.*²

23. JOHN MAYOW (1641-1679). CORNWALL (INGLATERRA)

Médico.

Estudió en el Wadham College, Oxford.

Siendo Fellow del All Souls College, Oxford, se interesó en la respiración y observó el proceso en un ratón. Calculó la cantidad de aire que requiere un objeto en combustión, dentro de un espacio pequeño.

Sostuvo que el aumento de peso experimentado por un cuerpo en la combustión debía resultar de su combinación con alguna *más activa y sutil parte del aire*, a la cual llamó *spiritus igneo-aereus*, lo cual era oxígeno, pero no lo pudo estudiar en detalle.

24. CHRISTIAN HUYGHENS (1629-1695). LA HAYA (HOLANDA)

Matemático, astrónomo y físico.

Su primera educación le fue impartida por su padre, Señor de Zuylichem.

Ingresó en la Universidad de Leyden, a estudiar Derecho, carrera que terminó en Breda.

Su primer trabajo, a los diecisiete años, comunicado a Mersenne, interesó a Descartes. Intervino en el perfeccionamiento de la máquina neumática, a la cual agregó la campana móvil.

Otro invento es la *máquina de pólvora*, que puede ser considerada como el primer *motor de explosión*.

25. ROBERT HOOKE (1635-1702). ISLA DE WIGHT (INGLATERRA)

Físico.

Hijo de un pastor protestante, pobre.

Ingresó en la Universidad de Oxford. Fue ayudante de Boyle.

² Tomado de Wikipedia.

Miembro de la Sociedad Real de Londres.

En 1664, observó que el punto de fusión del hielo es fijo y podría servir de base para una mezcla termométrica. En 1684, hizo idéntica observación con el punto de ebullición del agua. Perfeccionó el barómetro de cuadrante. Inventó el nivel de alcohol y construyó un anemómetro.

26. ISAAC NEWTON (1642-1727). WOOLSTHORPE (INGLATERRA)

Físico y matemático.

Era hijo de un terrateniente.

Estudió en la Universidad de Cambridge.

Consideraba al éter indispensable para la propagación del calor radiante en el vacío. Postulaba que el calor era resultado de un movimiento que se podía reproducir mecánicamente en un cuerpo; aceptaba que podía ser un movimiento vibratorio del éter. Usaba un termómetro de aceite de lino que tenía por puntos fijos la temperatura de fusión del hielo y la temperatura del cuerpo humano.

Inventó el primer pirómetro. Quiso establecer una relación entre el tiempo y la temperatura que pierde el hierro para poder conocer su grado de calor en cualquier momento.

Estableció la *ley de enfriamiento*, que lleva su nombre.

27. OLAF ROEMER (1644-1710). AARHUS (DINAMARCA)

Astrónomo.

Construyó termómetros de precisión en 1703.

También desarrolló una de las primeras escalas de temperatura. Fahrenheit lo visitó en 1708 y mejoró la escala de Roemer.

28. RUDOLF WILHELM LEIBNITZ (1646-1716). LEIPZIG (ALEMANIA)

Matemático, filósofo, historiador y diplomático.

Comenzó a estudiar en la biblioteca de su padre, profesor en la Universidad de Leipzig.

Estudió en Jena, Leipzig y Altdorf.

En 1683, corrigió la *Física*, de Descartes, dando la fórmula de la conservación de la fuerza viva —que Kelvin bautizó *energía cinética*—. Esto marca una fecha importante en la historia de los orígenes de la conservación de la energía y, por consiguiente, de la termodinámica y de la energética.

Introduce, además, lo que llama *acción motriz* y la *acción latente*: *si la acción motriz se pierde en ciertos casos, es que los movimientos sensibles son transformados en movimientos moleculares*. De esta manera, enunció la teoría mecánica del calor. Concibió el barómetro aneroide.

29. DENYS PAPIN (1647-1714). BLOIS (FRANCIA)

Médico y físico.

Su padre, médico protestante, lo envió a la Universidad de Angers, donde se doctoró.

Colaboró en París con Huyghens en sus experimentos sobre la fuerza explosiva de la pólvora (1672). En 1675, publicó su primera obra, *Nuevos experimentos para hacer el vacío*, donde describe innovaciones para la máquina neumática.

En Inglaterra, trabajó con Boyle.

En 1681, publicó en Londres un trabajo donde describe la *marmita* provista de una *válvula de seguridad* de palanca, con resistencia graduable por medio de una pesa. Así, comenzaba un elemento importante en el desarrollo de la máquina de vapor.

Entre 1687 y 1690, en Marburgo, trabaja en un proyecto para construir una máquina motriz, primero con pólvora y luego con vapor.

En 1690, publica su obra *Nueva manera de producir fuerzas motrices considerables con poco gasto*, donde describe una primera máquina de vapor con pistón.

Se le adjudica la construcción, en 1707, de un bote de vapor, accionado por una turbina.

30. JEAN HAUTEFEUILLE (1647-1724). ORLEANS (FRANCIA)

De padres muy pobres, fue educado por los duques de Bouillon.

Posteriormente, tomó los hábitos y se convirtió en abate.

Propuso una máquina en la que se aprovechaba alternativamente la evaporación y la condensación del alcohol: construyó un primitivo motor de combustión interna. Empleó casi todo su tiempo en investigaciones mecánicas. Publicó trabajos sobre acústica, óptica, fenómenos de las mareas y mecanismos de relojes.

También inventó el microscopio de micrómetro para medir el tamaño de objetos diminutos. Su motor de combustión interna debía operar una bomba. El pistón era accionado por la ignición de una pequeña carga de pólvora y luego retornaba a su posición inicial cuando los gases calientes de la combustión, enfriados, dejaban un vacío parcial.

31. THOMAS SAVERY (1650-1715). SHILSTON (INGLATERRA)

Ingeniero militar.

Pertenece a familia distinguida. Recibió buena educación.

En 1698, construyó una máquina de vapor para la elevación del agua, a la que dio el nombre de *Bomba de fuego*. Se puede describir así: un recipiente cerrado, en comunicación con el exterior por tres tubos, donde por uno entra el vapor proveniente de la caldera, por otro se aspira agua de un depósito y el último es para la salida del agua repelida. Cuando el vapor entra, su fuerza expansiva ejerce presión sobre el agua contenida por el recipiente y esta se escapa por el tubo de salida. Luego, el vapor condensa y se forma un vacío relativo; la presión atmosférica cierra la válvula del tubo de salida del agua y hace subir el agua del depósito por el tubo de aspiración. Después se repite la operación. Así, se inicia la primera máquina de vapor.

Puede apreciarse que Savery continuó la obra de Worcester. Además, fue contemporáneo de Papin.

32. JEAN DESAGULIERS (1683-1744). LA ROCHELLE (FRANCIA)

Físico y matemático.

Gonzalo J. Morales M.

Se educó en Inglaterra y se graduó en la Universidad de Oxford, donde fue profesor.

Miembro de la Real Sociedad de Londres.

En 1718, siguiendo indicaciones de Gravesande, construyó una máquina de vapor de Savery, perfeccionada, donde disminuyó el volumen del recipiente, agregó la válvula de seguridad de Papin y reemplazó el enfriamiento exterior del recipiente. Con esta máquina, llegaba a elevar diez toneladas de agua a una altura de veintisiete metros en una hora.

33. GEORG ERNST STAHL (1660-1734). ANSPACH (ALEMANIA)

Médico y químico.

Profesor de la Universidad de Halle.

Miembro de la Academia de Ciencias de Berlín.

Autor de la *teoría del flogisto* o principio combustible contenido por los cuerpos ya en combinación, ya en libertad, en los fenómenos de combustión.

34. GUILLAUME AMONTONS (1663-1705). PARÍS (FRANCIA)

Era hijo de un abogado.

Miembro de la Academia de Ciencias de París.

En 1687, inventó un higrómetro de absorción y luego efectuó numerosos perfeccionamientos a termómetros, barómetros y otros instrumentos.

En 1702, observó que la *ley de Boyle-Mariotte* solo es exacta cuando la temperatura es constante. En 1703, construyó un pirómetro.

35. THOMAS NEWCOMEN (1663-1729). DARTMOUTH (INGLATERRA)

Era un simple hojalatero y cerrajero.

En 1705, solicitó patente para una nueva máquina de vapor, en sociedad con Savery y con Cawley. Ambos habían comunicado a Hooke tal idea, basada en las máquinas de Papin. Sumó la caldera y el pistón de la máquina de Papin al

sistema de condensación de la de Savery, teniendo como elementos nuevos una palanca que comunicaba el movimiento alternativo del vástago del pistón al vástago de una bomba y una canilla colocada arriba del pistón, a fin de mantenerlo cubierto por una capa de agua que impedía los escapes de vapor en el movimiento ascensional o las entradas de aire en el momento de la condensación. Este último perfeccionamiento condujo, en 1712, a la introducción de un chorro de agua fría, directamente en el interior del cilindro. Inventó otros dispositivos, tales como uno para cerrar y abrir automáticamente la llave del tubo de comunicación.

36. CHRISTIAN WOLFF (1679-1754). BRESLAU (ALEMANIA)

Filósofo y matemático.

Barón de Wolf. Fue amigo y discípulo de Leibnitz.

Profesor de Matemáticas en la Universidad de Halle.

En 1709, construyó el primer anemómetro de aletas. En 1713, hizo conocer la obra de Fahrenheit.

En 1720, explicó la materialidad del calor: *admite la existencia de dos clases de poros en la materia, unos más grandes que los otros, y los mayores, llenos de aire*. Las diferencias de calor específico en los cuerpos se deben a las diferencias entre sus poros. El calor está latente en los cuerpos; el movimiento lo manifiesta. La materia de calor es distinta de la materia luminosa o del fuego, pues hay *calor sin luz y sin fuego*.

37. RENÉ-ANTOINE FERCHAULT DE REAUMUR (1683-1757). LA ROCHELLE (FRANCIA)

Matemático, físico y naturalista.

Hijo de un magistrado.

A los veinticinco años, ingresó a la Academia de Ciencias de París.

Inventó, en 1730, uno de los primeros termómetros de graduación práctica, de alcohol; dividió su escala en ochenta partes.

38. GUILLERMO JACOBO S'GRAVESANDE (1688-1742). BOIS-LE-DUC, BRABANTE (HOLANDA)

Matemático y filósofo.

Profesor en la Universidad de Leyden.

Quiso demostrar la existencia del *calórico*, fluido material y ponderable al que se atribuían todos los fenómenos del calor.

Investigó la compresibilidad de los gases y realizó un perfeccionamiento de la máquina neumática.

39. DANIEL GABRIEL FAHRENHEIT (1690-1740). DANZIG (ALEMANIA)

Físico.

Enviado por sus padres a Holanda para dedicarlo al comercio, prefirió el estudio de la Física y viajó por Francia e Inglaterra para ampliar sus conocimientos.

Al principio, construyó termómetros de alcohol, pero hacia 1720 los reemplazó esa sustancia por el mercurio. Empleó varias escalas termométricas distintas; al final, eligió la que tenía por puntos fijos la temperatura de una mezcla de hielo y sal amoníaco, la temperatura de fusión del hielo y la del cuerpo humano, que correspondían a los puntos 0, 32 y 96 de su graduación. Estableció 212 como temperatura superior.

Hizo numerosas observaciones sobre el calor y particularmente sobre los puntos de ebullición de varios líquidos y las causas de su variación.

También inventó un areómetro de volumen constante.

40. PETER VAN MUSSCHENBROEK (1692-1761). LEYDEN (HOLANDA)

Médico y físico.

Profesor de Matemática y Física en Leyden, Duisburg y Utrecht.

Se ocupó del calórico y la dilatación. Inventó un pirómetro.

41. HENRI PITOT (1695-1771). ARAMON, LANGUEDOC (FRANCIA)

Científico, ingeniero y militar.

En 1723, fue nombrado asistente del gran físico Réaumur y en 1724 entró en la Academia de Ciencias.

Se le nombró ingeniero jefe de los estados del Languedoc y bajo ese cargo construyó el acueducto de Saint-Climent. También acometió la desecación de pantanos, la construcción de puentes y saneamientos en las ciudades del Languedoc.

Inventó el tubo que lleva su nombre —tubo de Pitot— en 1732, que permite calcular la velocidad de un caudal, anunciándolo como instrumento de medida de la velocidad de un flujo, algo que demostró al medir la velocidad del Sena.

42. DANIEL BERNOULLI (1700-1782). BASILEA (SUIZA)

Físico y matemático.

Hijo de Juan Bernoulli, matemático y físico, miembro de esa ilustre familia de sabios, que dio ocho matemáticos, físicos y astrónomos.

Profesor de Matemáticas en la Academia de San Petersburgo. Condiscípulo de Euler.

En 1738, publicó su obra *Hidrodinámica*, base de la hidrodinámica moderna.

Aplicó el principio de conservación de las fuerzas vivas, es decir, que la energía total de un fluido en movimiento permanece constante, conocida como *ecuación de Bernoulli*.

Afirmó que las moléculas gaseosas se mueven continuamente en línea recta y chocan entre sí como pelotas elásticas. De allí nació la idea de la *teoría cinética de los gases*, expuesta posteriormente por Kroenig y Clausius.

43. ANDERS CELSIUS (1701-1744). UPPSALA (SUECIA)

Astrónomo y físico.

Estudió en la Universidad de Uppsala, donde su padre era profesor.

En 1730, Celsius fue también profesor en la misma casa de estudios superiores. Fue el primero en experimentar para definir una escala internacional de temperatura con base científica. En su trabajo publicado en

Suecia, *Observations of Two Persistent Degrees on a Thermometer*, reportó experimentos que indicaban que el punto de congelación es independiente de la latitud —y de la presión atmosférica—. Determinó la dependencia del agua hirviendo de la presión atmosférica, que era exacta aun para las mediciones modernas. También propuso una regla para determinar el punto de evaporación si la presión barométrica se desvía de cierta presión estándar.

Propuso la escala Celsius de temperatura en un trabajo presentado a la Royal Society of Sciences, en Uppsala.

Su termómetro definía 100 para el punto de congelación del agua y 0 para el punto de evaporación.

Es el inventor de la escala termométrica centígrada, adoptada en Suecia desde 1742 y de uso internacional hoy en día.

44. LEONARD EULER (1707-1783). BASILEA (SUIZA)

Matemático y físico.

Su padre dirigió su educación para que fuera eclesiástico, pero su maestro Juan Bernoulli lo formó en las matemáticas.

Profesor en la Academia de Ciencias de San Petersburgo y en la Academia de Ciencias de Berlín.

Entre 1751 y 1753, llamó *esfuerzo* a la fuerza multiplicada por el espacio recorrido, y *trabajo* al peso multiplicado por el espacio recorrido.

Euler precedió a Lagrange en la noción de potencial, fundamental en la mecánica.

45. MIGUEL LOMONOSOV (1711-1765). KURÓSTROV (RUSIA)

Físico y químico.

Hijo de un modesto comerciante de recursos.

Estudió en la Universidad de San Petersburgo y luego fue enviado a la de Marburgo, a estudiar con Wolf.

Profesor de Química en la Academia de Ciencias de San Petersburgo.

En 1745, presentó el trabajo *Sobre las causas del calor y del frío*.

En 1760, escribe para refutar la existencia del *calórico*. Considera que el calor es producido por el movimiento: es un movimiento interior de la materia. Demuestra que el calor depende del movimiento rotatorio de las partículas.

En su *Ensayo sobre la teoría de la fuerza elástica del aire*, de 1748, dice que *es evidente que los átomos del aire, aproximándose mutuamente, chocan con los más cercanos*.

En 1756, Lomonosov trató de reproducir los experimentos de Robert Boyle de 1673. Llegó a la conclusión de que la teoría del flogisto comúnmente aceptada era falsa. Anticipándose a los descubrimientos de Antoine Lavoisier, escribió en su diario: "Hoy he hecho un experimento en recipientes de vidrio hermético, con el fin de determinar si la masa de los metales aumenta por la acción del calor puro. Los experimentos [a los que anexó el registro en trece páginas] demostraron que el *famoso Robert Boyle fue engañado, ya que sin el acceso de aire desde el exterior, la masa del metal quemado sigue siendo la misma*".

Él considera el calor como una forma de movimiento, sugirió la teoría ondulatoria de la luz, contribuyó a la formulación de la teoría cinética de los gases y afirmó la idea de conservación de la materia en las siguientes palabras: "Todos los cambios en la naturaleza son tales que lo que se tome de un objeto de igual manera se añade a otro. Así que, si disminuye la cantidad de materia en un lugar, esta aumenta en otra parte. Esta ley universal de la naturaleza abarca las leyes del movimiento; así, para un objeto que mueve a otros por su propia fuerza, de hecho imparte a otro objeto la fuerza que pierde" —primeramente presentado en una carta a Leonhard Euler, de fecha 5 de julio de 1748, reformulada y publicada en la disertación de Lomonosov *Reflexión sobre la solidez y la fluidez de los cuerpos*, de 1760—.

Lomonosov fue la primera persona que registró la congelación del mercurio. Creyendo que la naturaleza está sujeta a la evolución regular y continua, demostró el origen orgánico del suelo, la turba, el carbón, el petróleo y el ámbar.

En 1745, publicó un catálogo de más de tres mil minerales y en 1760 explicó la formación de los icebergs.

46. NICOL CUGNOT (1725-1804). VOID, MEUSE, LORENA (FRANCIA)

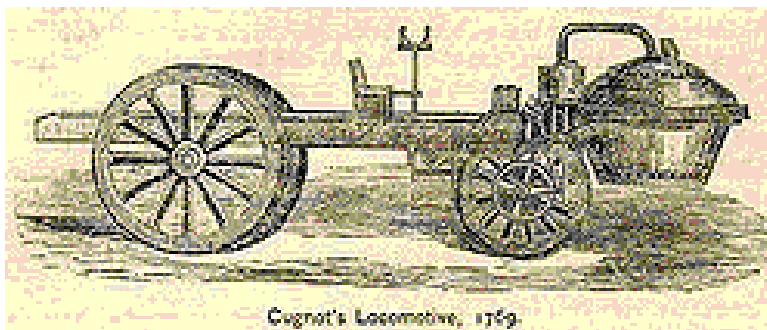
Ingeniero militar.

Recibió instrucción como ingeniero militar.

Construyó el primer coche de vapor para el mariscal de Sajonia.

El gobierno francés le atribuye la invención del primer vehículo autopulsado o automóvil. Esta reclamación está disputada por varias fuentes que sugieren, en cambio, que Ferdinand Verbiest, miembro de las misiones jesuitas en China, fue el primero en construir un coche a vapor, alrededor de 1672.

Realizó pruebas de modelos de vehículos impulsados por motores de vapor para el Ejército francés, a utilizar para arrastrar cañones pesados, tarea que empezó en 1765.



Cugnot's Locomotive, 1769.
Carruaje de vapor de Cugnot. Grabado del siglo XIX.

Cugnot parece haber sido el primero en transformar el movimiento adelante-atrás de un pistón a vapor en movimiento rotativo. En 1769, consiguió que funcionase una versión de su *fardier à vapeur* —coche de vapor—. Al año siguiente, construyó una versión mejorada. Se dijo que su vehículo era capaz de tirar cuatro toneladas y viajar a velocidades de hasta 4 kilómetros por hora. El vehículo, muy pesado, tenía dos ruedas traseras y una delantera, que soportaban la caldera de vapor y se manipulaba mediante un timón. En 1771, su vehículo chocó contra una pared de ladrillo, lo que puso fin a los experimentos del Ejército francés con vehículos mecánicos.

La máquina de Cugnot de 1770 se conserva en el Conservatoire National des Arts et Métiers de París.

47. JOHANN HENRIK LAMBERT (1728-1777). MULHAUSEN (FRANCÉS O ALEMÁN)

Matemático, físico, astrónomo, metafísico y filósofo.

De familia modesta, supo educarse.

Miembro de las Academias de Ciencias de Berlín y de Baviera.

En 1777, extendió al calor radiante las leyes de propagación de la luz. La *ley de Lambert* dio origen a importantes estudios de Fourier, Poisson, Ångstrom.

Realizó numerosas experiencias sobre compresión y dilatación de los gases, haciendo importantes observaciones sobre la *ley de Boyle-Mariotte* y sobre los cambios de temperatura provocados por la expansión o la compresión de un gas.

En el calor, se le debe la calibración de los tubos de termómetros.

48. JOSEPH BLACK (1728-1799). (ESCOCIA)

Médico y químico.

Profesor de Química en la Universidad de Edimburgo.

Estudió el *aire fijo* —ácido carbónico— y abrió paso a los grandes descubrimientos de Cavendish, Priestley, Scheele y Lavoisier.

En 1762, contribuyó con un paso de gigante al estudio del calor, con el *descubrimiento del calor específico*, en 1763.

49. ANTOINE BAUMÉ (1728-1804). SENLIS (FRANCIA)

Boticario.

Hijo de un posadero pobre.

Profesor de la Escuela de Farmacia.

Miembro de la Academia de Ciencias en 1773.

Escribió numerosos trabajos sobre congelación, cristalización, fermentación y otros.

Inventor del areómetro que lleva su nombre, así como de la escala para expresar la gravedad específica.

Fue gran defensor de la teoría del flogisto de Stahl.

50. JOSEPH PRIESTLEY (1733-1804). YORK (INGLATERRA)

Químico, filósofo y teólogo.

Hijo de un modesto fabricante de paños, se educó para teólogo, pero se dedicó a la enseñanza de las ciencias en Leeds.



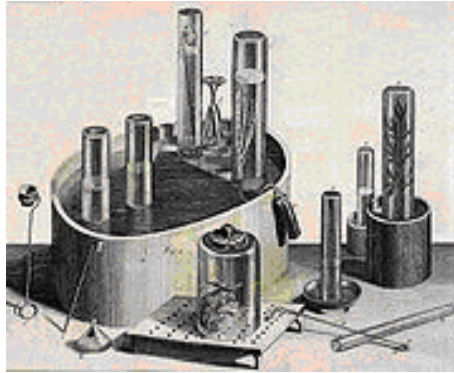
Laboratorio donde Priestley descubrió el oxígeno, en Bowood House.

En 1772, publicó sus *Observaciones sobre las distintas clases de aire*, que dieron nuevo impulso al estudio químico de los gases.

Descubrió el oxígeno en 1774. Logró aislar y separar algunos gases, tales como hidrógeno, ácido carbónico, bióxido de nitrógeno y otros, estudiando sus características y propiedades.

Fue defensor de la teoría del flogisto. Su obra ha sido escrita en más de cien volúmenes.

Los años de Priestley en Calne fueron los únicos en su vida dominados por las investigaciones científicas y también los más científicamente fructíferos. Sus experimentos fueron casi exclusivamente dedicados a los *aires*, y de este trabajo surgieron sus textos científicos más importantes: los seis volúmenes de *Experimentos y observaciones sobre los diferentes tipos de aire* (1774-1786). Estos experimentos lo ayudaron a rechazar los últimos vestigios de la teoría de los cuatro elementos, que Priestley intentó sustituir con su propia variante de la teoría del flogisto. Según esa teoría del siglo XVIII, la combustión u oxidación de una sustancia correspondía a la liberación de una sustancia material: el flogisto.



Equipamiento usado por Priestley en sus experimentos con gases.³

El primer volumen de su citada obra describía varios descubrimientos: *aire nitroso* —óxido nítrico, NO—; *vapor del espíritu de la sal*, más tarde llamado *aire ácido* o *aire de ácido marino* —ácido clorhídrico anhidro, HCl—; *aire alcalino* —amoníaco, NH₃—; *aire nitroso desflogisticado* o *disminuido* —óxido nitroso, N₂O—; y el más famoso, *aire desflogisticado* —oxígeno, O₂—, así como los resultados experimentales que eventualmente llevarían al descubrimiento de la fotosíntesis.

Priestley también desarrolló una *prueba de aire nitroso* para determinar la *bondad del aire*. Usando un canal neumático, mezclaba aire nitroso con una muestra de prueba, sobre agua o mercurio, y medía la disminución en el volumen —el principio de eudiometría—. Frente a los resultados experimentales incompatibles, Priestley empleaba la teoría del flogisto. Esto, sin embargo, lo llevó a la conclusión de que *solo había tres tipos de aire: fijo, alcalino y ácido*.

Priestley desestimó la química floreciente de la época. En cambio, se centró en los gases y los *cambios en sus propiedades sensibles*, tal cual lo habían expresado los filósofos naturales antes que él. Aisló el monóxido de carbono (CO), pero al parecer no se dio cuenta de que era un *aire* separado.

En agosto de 1774, aisló un *aire* que parecía ser completamente nuevo, pero no tuvo la oportunidad de profundizar en ese conocimiento. Estando en París, logró replicar el experimento para otros, entre ellos, el químico francés Antoine Lavoisier. Al regresar a Gran Bretaña, en enero de 1775, continuó sus experimentos y descubrió el *aire de ácido vitriólico* —dióxido de azufre, SO₂—.

En marzo, comunicó sobre el nuevo *aire* que había descubierto en agosto, entre otros, a la Royal Society, junto con un documento sobre el

³ Tomado de Wikipedia.

descubrimiento, titulado *Un relato sobre nuevos descubrimientos en el aire*, que fue publicado en la revista de la mencionada institución, *Philosophical Transactions*. Priestley llama a la nueva sustancia *aire desflogisticado*, que obtuvo en el famoso experimento enfocando los rayos del Sol en una muestra de óxido de mercurio. Se probó en ratones, lo que le sorprendió, pues sobrevivieron bastante tiempo encerrados en el aire, y luego lo ensayó en sí mismo, escribiendo que es *cinco o seis veces mejor que el aire común para el propósito de la respiración, inflamación, y creo que para todo otro uso del aire atmosférico común*. Se había descubierto el gas oxígeno.

Priestley recogió su trabajo sobre oxígeno y otros varios en un segundo volumen de experimentos y observaciones del aire, publicado en 1776. No hizo hincapié en el descubrimiento del *aire desflogisticado* —dejando eso a la parte III del libro—, sino que sostuvo en el prefacio la importancia de esos descubrimientos.

Su papel narra el descubrimiento, por orden cronológico, sobre el tiempo transcurrido entre los experimentos y sus perplejidades iniciales; por lo tanto, es difícil determinar cuándo exactamente Priestley *descubrió* el oxígeno. Tal fecha es significativa, ya que ambos, Lavoisier y el farmacéutico sueco Carl Wilhelm Scheele, han presentado reclamaciones fuertes para la primacía del descubrimiento del oxígeno; así, Scheele, por haber sido el primero en aislar el gas —aunque publicado después de Priestley— y Lavoisier por haber sido el primero en describir como purificado *todo el aire en sí, sin alteración* —es decir, la primera vez para explicar el oxígeno sin la teoría del flogisto—.

En su documento *Observaciones sobre la respiración y el uso de la sangre*, Priestley fue el primero en sugerir una conexión entre la sangre y el aire, aunque lo hizo utilizando la teoría del flogisto. De una manera típica de Priestley, introdujo el papel con una historia del estudio de la respiración.

Un año más tarde, claramente influenciado por Priestley, Lavoisier también estaba examinando la respiración en la Académie des Sciences. El trabajo de Lavoisier comenzó la larga serie de descubrimientos expuestos en los documentos producidos sobre la respiración y el oxígeno, que culminó con el abandono de la teoría del flogisto y el establecimiento de la química moderna.

51. HENRY CAVENDISH (1731-1810). (INGLATERRA)

Químico.

Descendiente de duques, era muy rico.

Descubrió la composición del agua.

Cavendish perfeccionó la técnica de recoger gases sobre el agua, publicado en 1766. Investigó el aire fijo, *fixed air*, y aisló el aire inflamable, *inflammable air* — hidrógeno—, en 1766, e investigó sus propiedades. Demostró que produce un rocío, que se parece al agua, al ser quemado. Este experimento fue repetido por Lavoisier, quien denominó *hidrógeno* al gas. Lo halló menos denso que el aire.

Investigó el aire y encontró un pequeño volumen que no pudo combinar con nitrógeno usando chispas eléctricas.

52. KARL SCHEELE (1742-1786). STRALSUND (SUECIA)

Químico y farmacéutico.

Descubrió el oxígeno entre 1770 y 1773, pero solo lo dio a conocer en 1777, en su obra *Tratado sobre el aire y el fuego*, en la cual probaba que el aire consiste en una mezcla de dos gases, basando sus explicaciones en el *flogisto*.

Amplió el estudio de la química neumática.

Fue uno de los primeros en creer que el calor podía propagarse sin necesidad del aire.

Scheele realizó trabajos farmacéuticos en Estocolmo desde 1770 hasta 1775, en Uppsala y posteriormente en Köping.

Sus estudios dejaron como fruto el descubrimiento del oxígeno y el nitrógeno, en 1772-1773, lo que fue completamente descrito en su único libro, *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer (Tratado químico del aire y del fuego)*, publicado en 1777, cediendo algo de su fama a Joseph Priestley, quien lo descubrió independientemente en 1774.

Descubrió otros elementos químicos como el bario (1774), el cloro (1774), el magnesio (1774), el molibdeno (1778) y el tungsteno (1781), así como algunos componentes químicos como el ácido cítrico, el glicerol, el cianuro de hidrógeno —también conocido como ácido prúsico—, el fluoruro de hidrógeno y el sulfuro de hidrógeno.

Además, descubrió un proceso similar a la pasteurización.

53. LOUIS JOSEPH, CONDE DE LAGRANGE (1736-1813). (FRANCIA)

Matemático y físico.

Miembro de la Academia de Ciencias de París.

En 1788, escribió su *Mecánica analítica*.

Desarrolló el *principio de la conservación de la fuerza viva*, recogió la diferenciación de Leibnitz entre fuerzas muertas y vivas, distinguió las fuerzas activas —con cambio de lugar— de las fuerzas pasivas —resistencias— y amplió el principio, tomándolo como primer punto de apoyo de toda la mecánica.

En este desarrollo, el principio se vuelve también *principio de la conservación del trabajo* y permite entrever los importantes trabajos sobre energía y termodinámica del siglo XIX.

54. JAMES WATT (1736-1819). (ESCOCIA)

Mecánico e inventor.

Su padre era magistrado y se ocupaba de la construcción de navíos y de comercio.

A los dieciocho años, aprendió el oficio de constructor de instrumentos de matemática y astronómicos.

Ingresó como mecánico en la Universidad de Glasgow, donde, en 1763, tuvo que reparar una máquina de Newcomen. La estudió y después de un minucioso y metódico trabajo de investigación la perfeccionó, haciéndola más eficiente.

Watt midió el calor de vaporización y enunció la *ley de Watt*.

Fue el introductor del concepto de *trabajo*, con el *pie-libra* y la *fuerza-caballo* —*Horsepower* o HP—.

Entre algunos de sus inventos están: en la máquina de vapor, el condensador aislado, con la bomba de aire (1765); la máquina rotativa, la máquina de simple efecto, la de doble efecto, el martillo de vapor, el paralelogramo articulado, el regulador de fuerza centrífuga, el manómetro de mercurio y el indicador.

55. WILLIAM HERSCHEL (1738-1822). (ALEMÁN-INGLÉS)

Astrónomo y físico.

Hijo de un músico, de pocos recursos.

Completó su educación con gran esfuerzo.

En 1800, descubrió los rayos caloríficos del espectro. En 1822, estudió los espectros de *gases incandescentes*. Fue precursor del análisis espectral.

Profundizó en la física y analizó la naturaleza del calor, descubriendo los rayos infrarrojos, haciendo pasar la luz solar por un prisma y midiendo la temperatura registrada por un termómetro más allá de la región rojiza del espectro visible. El termómetro demostró la existencia de una forma de luz invisible más allá del color rojo.

56. JACQUES CHARLES (1746-1823). BEAUGENCY (FRANCIA)

Físico.

Atraído al estudio por los experimentos de Franklin.

Miembro de la Academia de Ciencias de París.

Enunció la *ley Charles* para los gases y efectuó numerosos experimentos sobre su dilatación.

Perfeccionó el areómetro de Fahrenheit.

Hizo diversas experiencias de aeronáutica, volando un globo de tela engomada, inflado con hidrógeno.

57. HERMANOS MONTGOLFIER. JOSEPH (1740-1810) Y JACQUES (1745-1799). VIDALÓN (FRANCIA)

Aeronautas.

Ambos fueron nombrados miembros supernumerarios de la Academia de Ciencias de París.

Tenían una fábrica de papel. Jacques había estudiado en la Escuela de Arquitectura de París.

Hicieron diversos experimentos hasta construir, en 1783, el primer globo de papel con aire caliente, cuyo primer vuelo se efectuó el 14 de julio.

CONCLUSIONES

Este período incluye los trabajos de cincuenta y siete investigadores pioneros, mayormente ingleses, italianos, franceses y alemanes; también hubo algunos de otros países. Entre ellos, hay inventores prolíficos, tales como Worcester, Watt, Cugnot y Montgolfier; grandes pensadores, como el caso de Newton y Descartes; grandes experimentadores, como Von Guericke, Boyle, Cavendish y Pascal; y grandes matemáticos, tales como Leibnitz y Newton.

Durante este lapso se construyen los primeros termómetros, por Porta, Galilei, Rey, Sturm, Roemer, Reamur y Celsius.

También se emplean los términos *trabajo* —Euler— y *energía* —Keppler—, además de *gas* —Van Helmont—; se investiga la combustión —Cardano—, la respiración —Boyle, Mayow y Priestley— y la sangre —Priestley—; se realizan trabajos sobre el espectro —Herschell—.

Acerca del autor

Gonzalo J. Morales M.

E-mail: gjmoralesm@hotmail.com

Es ingeniero y autor de numerosas publicaciones sobre turbinas de gas, transferencia de calor, proyectiles dirigidos, manejo de materiales, refrigeración y educación técnica universitaria. Ha intervenido en muchos proyectos industriales, especialmente metalurgia y alimentos, e investigó sobre combustión y sobre el funcionamiento de la mitocondria.

Es conferencista sobre desarrollo americano, geopolítica y geoestrategia. Estudió en la Universidad de California, Loughborough University y Technische Hochschule Wien.

Editorial LibrosEnRed

LibrosEnRed es la Editorial Digital más completa en idioma español. Desde junio de 2000 trabajamos en la edición y venta de libros digitales e impresos bajo demanda.

Nuestra misión es facilitar a todos los autores la **edición** de sus obras y ofrecer a los lectores acceso rápido y económico a libros de todo tipo.

Editamos novelas, cuentos, poesías, tesis, investigaciones, manuales, monografías y toda variedad de contenidos. Brindamos la posibilidad de **comercializar** las obras desde Internet para millones de potenciales lectores. De este modo, intentamos fortalecer la difusión de los autores que escriben en español.

Nuestro sistema de atribución de regalías permite que los autores **obtengan una ganancia 300% o 400% mayor** a la que reciben en el circuito tradicional.

Ingrese a www.librosenred.com y conozca nuestro catálogo, compuesto por cientos de títulos clásicos y de autores contemporáneos.