

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

APERTURA DEL CURSO 1933-1934

**ALGUNAS ESTAMPAS DEL ACUERDO ENTRE
LA ECONOMÍA Y LA INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

DISCURSO INAUGURAL

POR EL

DR. TEÓFILO GASPAR Y ARNAL

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS



MADRID

LIBRERÍA GENERAL DE VICTORIANO SUÁREZ

48, Calle de Preciados, 48.

1933

ALGUNAS ESTAMPAS DEL ACUERDO ENTRE
LA ECONOMÍA Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

APERTURA DEL CURSO 1933-1934

**ALGUNAS ESTAMPAS DEL ACUERDO ENTRE
LA ECONOMÍA Y LA INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA**

DISCURSO INAUGURAL

POR EL

DR. TEÓFILO GASPAR Y ARNAL

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS



MADRID

LIBRERÍA GENERAL DE VICTORIANO SUÁREZ

48, Calle de Preciados, 48.

1933

Dedicado a mi padre.
Su hijo
Feófilo.

INTRODUCCIÓN

Excelentísimos e ilustrísimos señores:

Señoras y señores:

Habiendo sido encargado de componer el discurso de inauguración de las tareas académicas de 1933-1934 de este distrito universitario, he de apresurarme a manifestar que los asuntos planteados formando estampas, en el desarrollo del mismo, lo son en medida muy limitada en relación con su envergadura, ya que otra cosa sería desplazar demasiado los límites que impone la cortesía para abusar de vuestra licencia.

Siendo para nosotros la Universidad "alma mater", no debe extrañar, supongamos, sea este acto propicio para exponer algunas facetas de las inquietudes que de ordinario conmueven la conciencia universal o el estado anímico de los pueblos. La situación del mundo en estos momentos se manifiesta en formas espasmódicas y por todos lados surge la palabra mágica de *Economía*, con la que se quiere compendiar, realizando unas veces y obscureciendo otras, ansiedades humanas.

Admitiendo con Cassel (1) que la Economía tiene por objeto "dar satisfacción a las necesidades del hombre" y prescindiendo de las restricciones que los profesionales de la cien-

(1) *Traité d'économie politique*; trad. francesa de la cuarta edición alemana.

cia económica hacen de la anterior definición—sin duda con el deseo de hacer una labor más eficaz y, quizás, desde puntos de vista que consideran históricos—, presentamos, como decíamos antes, algunos bosquejos de relaciones económicas, puesto que, como universitarios, debemos tener la obligación de coadyuvar a satisfacer las necesidades de la Humanidad.

Sirva lo expuesto de justificación de la elección del tema: **Algunas estampas del acuerdo entre la economía y la investigación científica.**

Dice Hoefler, en su introducción a la Historia de la Química, que la necesidad de vivir, y vivir bien, ha sido nuestra primera maestra.

En el prólogo a la obra de Toutin (1) expone Henri Berr, refiriéndose a Simiand, que “la realidad histórica es compleja; no permite que sus formas sean repetidas; hay diferencias entre fenómenos análogos encontrados en Sociedades y épocas diversas; no se puede negar esto, pero no impide la legitimidad de los estudios comparativos ni la formación de tipos de instituciones, si estas inducciones históricas se someten a rigurosa crítica”.

Para nuestro objeto y en nuestro país, en parte consideramos lo anterior imprescindible, pues las bullanguerías de unos cuantos han permitido se esfumaran las posibilidades de realización de los anhelos del pueblo, en múltiples ocasiones, cayendo en otras nuestro patrimonio, por lo menos temporalmente, en bancarrota. Menos mal que el algo animador de nuestros conciudadanos seguramente se modula, no como posiblemente

(1) *La Economía en la Edad Antigua*. Trad. al español por el profesor D. Eduardo Ibarra.

pensó Hoefler lo hace la sociedad en general, en forma sensual, sino con una espiritualización que hará tambalear, si la perciben, a los más recalcitrantes partidarios de la interpretación materialista de la Historia.

Claro es, que de igual forma que para explicar los fenómenos naturales son precisos los conceptos de materia y energía, apareciendo ambos tan inseparables que se llegaba a la conclusión que para definir la materia teníamos que utilizar la energía y, para definir ésta, la materia, en la Historia de la Humanidad no podemos, con nuestros conocimientos de hoy, prescindir de la materia en la ponderación debida. Un simil, aunque burdo, para darnos cuenta de lo imprescindibles que son para el ser humano las fuerzas morales, lo podremos encontrar en uno de los aspectos del papel de la luz sobre la vida fisiológica de los seres organizados. Sabido es el juego de energías que se establecen entre el oxígeno del aire y los seres ^{vi-} ~~organizados~~ ^{vi-} ~~organizados~~ y, en general, sobre las sustancias capaces de ser oxidadas. Desde luego, la oxidación no se verifica necesariamente a grandes velocidades, porque si esto fuera así, llegaríase rápidamente a lo que se considera como mineralización, con cesación de la vida tal como la contemplamos. Pues bien; verificada la oxidación del carbono, cuerpo que entra en la composición de todos los seres organizados, la luz, con el apoyo, digámoslo así, de la clorofila de los vegetales, desdobra el compuesto oxidado de carbono, permitiendo que nuevamente pueda verificarse el proceso anterior. De forma análoga las fuerzas morales, después o antes que actúen las pasiones, elevan o restablecen el discernimiento, tan necesario para la dignidad y libre albedrío del hombre.

En toda su extensión, la definición de Economía abarca la

vida misma, con todos sus anhelos, con todas sus pasiones y con todas sus virtudes.

Antes de continuar molestando vuestra atención, séame permitido aprovechar esta ocasión para dirigir un saludo a los nuevos Profesores que han llegado a esta Universidad, señores Marcos Pelayo, García Blanco y Mainar Duplá, Catedráticos de Derecho procesal, de Literatura española y de Biología, respectivamente, y expresar el sentimiento por la ausencia de D. José Cerezo Jiménez, Catedrático de Química orgánica, que compartió con nosotros las tareas docentes de la Facultad de Ciencias de este Centro.

Al felicitar a nuestro compañero Sr. Villaverde y Moris por su nombramiento de Secretario general de esta Universidad, le deseamos muchos éxitos en el desempeño de la misión que se le ha encomendado.

Muy difícil es concebir, por la inteligencia del hombre, la complejidad infinita del Cosmos; la ambición por conseguirlo es perenne en la Humanidad. De continuo se adelanta en saber y en confusión; se avanza en el descubrimiento de una incógnita y aparecen otras en gran número. Sin embargo, las conquistas adquiridas son prendas seguras para conseguir otras, que nos estimulan a la acción y a buscar la parte más útil en los bienes que se pueden realizar con la novedad enfrentada. Los obstáculos y contrariedades debemos verlos, no como oposición a pretensiones legítimas, sino como puntales para llegar a otras más altas.

El principio de acción y reacción campea con una generalidad tal, que su conocimiento completo está muy alejado de nosotros.

De dicho principio de acción y reacción algo vamos sabiendo, y alrededor del cual se hacen, consciente o inconscientemente, investigaciones y logrado las más grandes conquistas científicas.

Para nosotros, la investigación es cualquier trabajo realizado, presidido por la inteligencia, para adquirir conocimientos. Las facetas que presenta y puede presentar la investigación son en número ilimitado.

Es imprescindible que lleguemos al convencimiento íntimo de que existe una diferencia que hay que solventar entre el conocimiento adquirido y la obtención de las consecuencias de su realización, por lo menos en tiempo, que puede ser y es, en este caso, la representación de un trabajo. La adquisición de conocimientos nos proporciona nuevos medios o nuevos procedimientos de trabajo—trabajo que siempre hay que realizar. Partiendo de la definición que hemos expuesto de la investigación, no es arbitraria la creencia que nos domina de que todo ser humano puede ser y lo es de hecho investigador; lo fundamental es que trabajemos y que por unos o por otros y por todos lleguemos a coordinar y a estimular esfuerzos en pro de los individuos y del común, en la seguridad completa de que el bien se hará sentir.

Otras razones aparte, la limitación de la vida impone la colaboración de nuestros semejantes para conseguir fines del anhelo humano; lo contrario nos conduciría al salvajismo. A mayor refinamiento en la civilización es necesaria mayor cooperación de nuestros semejantes. En plan de renunciamiento se llega al estado asceta.

Dice Cassel (1): "La Economía, toda entera, está supedi-

(1) Loc. cit.

tada a la rareza o escasez de medios; ella está dominada, en este sentido, por "el principio de la rareza o de la escasez." "Tres soluciones—dice (1)—se ofrecen al hombre para este problema: 1.ª, limitación apropiada de las necesidades por eliminación de las menos importantes; 2.ª, el mejor empleo de los medios posibles, y 3.ª, por aumento del esfuerzo personal."

Y agrega: "El esfuerzo económico se propone limitar las necesidades del comienzo, de manera que los medios disponibles puedan bastar al fin del período. Este esfuerzo se llama "Economía de medios".

"La ciencia económica deberá concretar sus esfuerzos para descubrir "necesidades económicas."

Muy difícil es mostrar disconformidad con lo dicho por Cassel y otros economistas, y que hemos entrecomillado, ni contra las ideas de Malthus expuestas en su ensayo *Sobre el principio de población*, ni otorgar el asenso incondicionado, a causa de no poder desentrañar su complejo anímico y sentimental y en que son, por decirlo así, los razonamientos de unos y otros como proyecciones lineales incompletas de hechos voluminosos, que la realidad presenta y que no podemos afirmar se salen fuera de la corrección para la representación. Es decir, pueden admitirse como representantes de algunos de los rasgos de la realidad, pero no como representantes de la realidad y muchísimo menos como la realidad misma. Esta nos dice, por ejemplo, que la población de Europa es, por lo menos, triple a la de la época en que Malthus publicó su ensayo, y de que el hombre satisface mayor número de necesidades que entonces o las satisface mejor.

No hemos de hacer crítica del hecho de que multitud de

(1) Loc. cit.

tratadistas y pensadores se consideran como ordenadores de lo existente, porque ello presupone, como *mínimum*, la aportación de un trabajo a la sociedad; y si apartamos el sentido pesimista y egolátrico de alguno de ellos, debe infundirnos alientos en pro del deseo modesto de hacernos esta vida más llevadera por las posibilidades de la Humanidad, ya que ésta prolifera seres capaces en su ánimo de hacer otros mundos y, además, llenos de sus perfecciones.

En la Naturaleza y en los individuos se percibe la atracción por la línea de menor resistencia, por lo que en los humanos es frecuente sorprender el designio—el drama tuvo lugar ya en el Paraíso—de averiguar el secreto de la omnipotencia. La lección—que pudiéramos llantar de principio de curso, nunca con más propiedad—fue la de “ganarás el pan con el sudor de tu frente”. La teoría malthusiana tuvo su comienzo de realización en el fratricidio de Caín. Las guerras son otra consecuencia del *otro yo* expuesto por el maestro Unamuno. Si no existiera la reacción, todo ello nos llevaría al estado de holganza, que no hay que identificar con el de reposo y descanso, pudiendo encontrar en todo esto las zonas de privilegio y de esclavitud. Ello puede caracterizar a algunas épocas pretéritas de ciertas correspondencias con las zonas climatológicas de la Tierra.

Otras de las manifestaciones de lo que llevamos dicho son las misteriosas investigaciones de gran número de alquimistas para descubrir la conversión de los metales comunes en oro y para obtener el elixir de alargar la vida... De conseguir su quimera algún mortal, entonces sí que habría tiranías—sí sería la vida amarga—incluso para los poseedores del talismán. No obstante, en su deambular tras sus afanes, dejaron rasgos de su in-

genio—al fin fueron hombres y laboriosos—, que otros han utilizado para conseguir pretensiones más honestas.

Inicialmente, los seres humanos es posible no hayan variado en su potencial pasional; mas las fuerzas morales, ayudadas por las ventajas adquiridas por la investigación, cada vez deben cobrar o cobran mayores bríos, adueñadas del sentido de responsabilidad, adormecidas antes algún tanto por la sensación de lo irremediable, que se traduce en las conclusiones de todas las obras pesimistas sobre el porvenir de la sociedad.

Olvidan que no se han limitado las posibilidades del Universo y el valor de la inteligencia y del esfuerzo humanos, no para crear, sino para utilizar lo que está o puede estar a su alcance, que prácticamente, en ocasiones, puede confundirse con una creación que llamaremos de tipo secundario.

Lo que decíamos antes del pesimismo de algunos economistas y de sociólogos no es exclusivo de ellos, pues también hay figuras cumbres de la investigación en las llamadas ciencias experimentales que, muchas veces sin querer, han permitido que sus descubrimientos se proyectaran como expresión del no se puede más, por ejemplo, Berthelot; mas las figuras de Berthollet, Pean de Saint Gilles, Le Chatelier, Faraday, Lenz, etc., salen por los fueros de las posibilidades de la inteligencia y del trabajo humanos. Prescindiendo de otras lucraciones, se debe convenir que, frente al egoísmo, es más útil y de resultados más convenientes, incluso para el egoísmo, los principios de la obligación de trabajar y de orientar nuestros esfuerzos hacia el bien universal.

Naturalmente que se pueden hacer, de un modo inmediato, muchas objeciones aparentes a lo que llevamos expuesto.

El tema enunciado exige para su desarrollo el estudio, primero de los descubrimientos científicos—que nosotros reduci-

mos a los llamados de la Física y de la Química—y luego el de la situación económica de los pueblos, a partir de la época más remota; mas ello sería de tono más alto que el de estos pequeños escauceos, por lo que nos hemos de contentar con algún que otro trazo, sin que estemos seguros sean los más convenientes por lo representativos.

Nuestra aspiración la reducimos a reseñar sucintamente algunas de las circunstancias que por separado y conjuntamente han permitido un mejor aprovechamiento de los materiales y formas de la energía que se hallan en la Naturaleza, eligiendo las representaciones que después señalamos en forma de índice.

Se habla mucho del soldado desconocido, que dió todo al común y que no recibió más que el beso de la tierra al recibir sepultura. Fueron y son muchos, muchos, los románticos que se dedicaron y se dedican con todos sus ardores a la investigación científica y que no recibieron otro premio que el del soldado desconocido. Muy pocos han sido los que vieron recompensados sus afanes con una justicia relativa. La Historia escrita relata el nombre de unos pocos; pero los más permanecen en el incógnito o en el olvido.

Es cosa intrincada enjuiciar causas y efectos, y todavía más fijar el concepto de utilidad sin contradicciones, por lo menos interinas. Cosa análoga sucede con la modernidad. Hay cosas antiguas que son modernas, bien porque no hubo posibilidad, en la época que se conocieron, para realizarlas, o porque no se tomaron en la consideración debida.

Muy interesante, es saber, que un nuevo conocimiento puede traer la posibilidad de numerosas aplicaciones que la Humanidad agota difícilmente, por lo que se presentan coyunturas bastante duraderas para la aportación de nuevas iniciativas en torno de aquél.

ESTAMPAS A MOSTRAR

I. Antecedentes del descubrimiento de la máquina de vapor y de su mejor utilización (1).

II. Investigaciones sobre la electricidad y el magnetismo hasta las máquinas y dispositivos que transforman la energía mecánica en corriente eléctrica y a ésta en energía mecánica, etc.

III. Conocimientos químicos hasta la época de Lavoisier y las experiencias de Davy. Principio de la conservación de la energía.

IV. Factores de influencia destacada en la economía inglesa del siglo XIX.

V. Ambiente español. Aportación modesta para la orientación en la solución del problema azucarero en España y de otros que le son anejos.

VI. Industrialización de Canarias; y

VII. Universidad canaria.

(1) Para las reseñas históricas, tenemos como guiones las obras de Hoefer, Ladenburg, Toutain y Ullmann.

ESTAMPA I

Antecedentes del descubrimiento de la máquina de vapor y de su mejor utilización.

Refiriéndonos a las propiedades de la materia de conocimiento inmediato, como el peso, volumen, densidad, elasticidad, compresibilidad, porosidad, etc., señalaremos que Plutarco dice atribuían los antiguos el peso de la materia a una tendencia natural de las partículas a agruparse alrededor de un centro común. Así se explicaban la forma esférica de la luna. Kepler fué el primero en dar de la *gravedad* una explicación mecánica.

La balanza es conocida de muy antiguo. Dice el Génesis que Abraham pesa (en hebreo "shakal") la plata que remite a Ephron por el precio de un terreno. Homero representa a Júpiter pesando la suerte de los mortales en una balanza ordinaria. Han aportado mejoras Ludlam, Ramsden, Fontana, Brisson, Varignon, etc., siendo Wallis y Jac. Leupold los primeros que dieron una teoría completa de la balanza.

El Emperador Carlo Magno fué quien hizo ver la necesidad de un peso tipo para relacionar los de los cuerpos a pesar. Creyeron que la pesantez era una cualidad oculta de la materia Gassendi, Descartes y sus discípulos, teoría que fué abandonada después que Newton expuso la suya de la gravitación universal.

Acerca de la porosidad aportan nuevas ideas Newton y Laplace, llegando a concebir los espacios interatómicos para explicar la compresibilidad y la elasticidad.

Hypatie, adscrita a la escuela neoplatónica, habló de un areómetro, al cual dió el nombre de *baryllión*.

Respecto del aire, es creencia, sabían los antiguos, que era pesado, y a este respecto se citan opiniones de Aristóteles, Empédocles y Asclépiades; mas hasta el siglo XVII no se vino en conocimiento de la exactitud del hecho de que el aire es pesado.

Es curioso y muy instructivo saber cómo se empezó a conocer la mecánica del aire. La *bomba aspirante* se conocía desde 180 años antes de J. C. Los discípulos de Aristóteles habían erigido en axioma que "*la Naturaleza tiene horror al vacío*", y a esto atribuían la causa ascensional del agua en las bombas ordinarias, cuya altura parece no pasó jamás de treinta y dos pies.

Mas un jardinero de Florencia tuvo necesidad de construir una bomba más larga que las ordinarias, observando con sorpresa que el agua no se elevaba por encima de los treinta y dos pies. Comunicó a Galileo lo que sucedía, quien, para salir del paso, dijo al jardinero que la *Naturaleza no tenía horror al vacío más que hasta treinta y dos pies*. Por otra parte, Galileo había repetido experiencias de Aristóteles sobre la pesantez del aire, mas no tuvo acierto para relacionar sus resultados con el caso planteado por el jardinero.

Su discípulo Torricelli fué quien, aplicando el método experimental, descorrió el velo. Pascal continuó las experiencias de Torricelli, llegando a lo que él llamó la *gran experiencia del equilibrio de los líquidos*. Consecuencia de esto fué la construcción del barómetro. Este aparato fué objeto de sucesivos perfeccionamientos y aplicaciones.

Conocida la posibilidad del enrarecimiento, llamado *vacío*,

de la cámara barométrica, Otto de Guericke, burgomaestre de Magdeburgo, después de una serie de experiencias, expuso el teorema de que *"la Naturaleza admite el vacío"* (*vacuum in natura datur*), construyendo la primera máquina neumática, y vió en sus trabajos el papel del aire en la combustión, como asimismo su elasticidad. El P. Schott hizo conocer los trabajos de Otto de Guericke, con el nombre de *Mirabilia Magdeburgica*. Roberto Boyle perfeccionó la experimentación de Otto de Guericke y fué señalando más concretamente las consecuencias de la elasticidad del aire, que dieron motivo a que Mariotte, después de una obra experimental bastante cuidadosa, pudiera conocer la ley que se conoce con el nombre de Boyle y Mariotte, y que se refiere a las relaciones que existen entre el volumen ocupado por una masa de aire (de un gas cualquiera) y las presiones que soporta, si la temperatura permanece constante; ley considerada como límite. En este sentido obtuvieron conclusiones Van Marum, Oerstedt, Swendsen, Magnus, Pouillet, etcétera, habiendo culminado, en estos trabajos, el genio de Regnault, a quien tanto debe la técnica moderna.

Las conquistas contra la inercia de un ambiente presentan dificultades muy penosas de vencer. Antiguamente se consideraban como cuerpos materiales aquellos que ofrecían una resistencia al tacto, como los sólidos y líquidos. Los cuerpos *aeriformes*, los gases, eran designados con el nombre de *espiritus*.

El físico Moitrel d'Element publicó por el año 1719 en París un trabajo sobre la (1) *Maniere de rendre l'air visible et assez sensible pour le mesurer par pintes* (por litros), *ou par telle autre mesure que l'on voudra; pour faire des jets d'air*

(1) Hoefer, pág. 51.

aussi visibles que des jets d'eau. Los Académicos le trataron como visionario y loco. Hizo una edición en honor "*aux Dames*" en venganza contra los físicos. Murió en la emigración.

No hay necesidad de encarecer la importancia de este descubrimiento, que dió origen a multitud de estudios y de aplicaciones.

Lavoissier tuvo que esforzarse para convencer a los físicos y químicos de su tiempo de que los gases no son más que un estado particular de la materia, del mismo modo que el estado líquido y el estado sólido.

Después de las ideas de Lavoisier, sobre esta cuestión, se hicieron numerosas tentativas para liquidar los gases, unas con éxitos y otras con fracasos. Faraday, partiendo de la hipótesis de que los gases se liquidaban por la presión y enfriamiento, en 1823 emprendió una serie de experiencias, logrando liquidar los gases: cloro, sulfuroso, sulfhídrico, protóxido de nitrógeno, cianógeno, carbónico, amoníaco y clorhídrico. Una vez liquidados los cuerpos anteriores, observó que para volver a su estado anterior se dilataban enormemente y absorbían grandes cantidades de calor. Partiendo de este hecho, pensó si con el carbónico liquidado, al convertirlo nuevamente en gas, se producía un descenso de temperatura tan considerable que permitiera obtener el carbónico sólido. Efectivamente, esto fué realizado por Thilorier en el año 1834.

El manómetro ya fué entrevisto por Otto de Guericke, según cita el P. Schott en su *Technica curiosa*.

A la determinación barométrica la llama *aeris ponderatio universalis* y a la manométrica *aeris ponderatio particularis*. Al primitivo aparato de Otto Guericke hicieron aportaciones interesantes Fouchi, Varignon y Gerstner, pero que no acusaban más que las variaciones que provenían de la densidad del aire

ambiente. Quien realmente hizo un manómetro, es decir, para medir la presión ejercida por un gas encerrado en un recipiente, fué Benedicto de Sussure.

Las máquinas compresoras de gases tienen un antecedente en el fusil de viento, construído, según las crónicas, por Jean Lobsinger (1).

Higrometría.—El aire que está en contacto con la superficie sólida y líquida contiene vapor de agua, hecho que se demuestra con las nubes, las lluvias, nieves, etc. La higrometría tiene por objeto medir la cantidad de agua en vapor contenido en un volumen dado de aire. Para realizar medidas de hidratación con el objeto señalado se han utilizado diversos procedimientos. El habilísimo experimentador Sussure, después de numerosas observaciones, llegó al convencimiento de lo que se llama estado higrométrico del aire. Para percibir en el aire la sensación de humedad, debe existir en la atmósfera ciertas temperaturas máximas, para cantidades determinadas en un volumen de aire.

Para determinar el estado higrométrico del aire, es decir, para averiguar la relación existente entre la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen determinado de aire y la cantidad de vapor que este mismo volumen de aire contendría si estuviera saturado de agua a la misma temperatura, trabajaron, entre otros, Dulong, Melloni y Gay-Lussac, siendo Regnault quien hizo experiencias de mayor justeza.

El físico suizo Brunner halló la cantidad de vapor de agua en un volumen de aire, haciendo pasar éste por tubos que contenían una cantidad conocida de piedra pómez impregnada en

(1) Loc. cit.

ácido sulfúrico. El aumento de peso, después de la experiencia, indicaba la cantidad de vapor acuoso absorbido del volumen de aire que pasó a través de la pómez sulfúrica.

Termometría.—Parece ser que el termómetro, cuya invención se atribuyó por Viviani y Libri a Galileo, fué descubierto por los que perseguían obtener el *movimiento continuo*.

El termómetro fué objeto de numerosos estudios por parte de Van Helmont, Van Drebbel, Boyle, Newton, Fahrenheit, Reamur, Celsius, etc. Alrededor de este instrumento se han estudiado los principales *hechos termológicos*, sobre los cuales no hay seguridad tuvieran conocimiento los antiguos. Así, los académicos de Florencia llegaron a la conclusión de que el vidrio y los metales se dilatan por el calor, sin llegar a determinar coeficientes. Las experiencias que hicieron con el termómetro colocado dentro del agua con hielo, a la que agregaban agua hirviendo, les hizo renunciar a la famosa teoría *antiperistasa*, según la cual el calor y el frío se combaten recíprocamente.

Boyle identificó los fenómenos de fusión y de solidificación, pero no llegó a generalizar el hecho observado en la fusión del hielo de que durante la fusión de un cuerpo cualquiera la temperatura permanece constante.

El fenómeno de la evaporación y de la ebullición por la acción del calor era conocido por los antiguos; pero los físicos no se lo habían llegado a explicar. Fué Boyle quien descubrió que la presión atmosférica influye sobre el punto de ebullición de los líquidos.

Se llegó al conocimiento de los calores latentes y específicos, como asimismo a determinarlos, por los trabajos de Black, Crawford, Lavoisier, Laplace, Boerhaave, Richmann, Wilcke, Kirwan, Rumford, Gay-Lussac, Laroche, Berard, Dulong, Pe-

tit, Neumann, Regnault, Woestyn, etc., habiendo, en algunos de ellos, conceptos desviados para explicar los resultados de sus investigaciones.

Prescindiendo de los trabajos de Richer en 1671 respecto a la dilatación del péndulo de segundos en el Ecuador, se atribuye a Musschenbroek, el que primeramente utilizara un aparato, al que dió el nombre de *pirómetro*, para determinar la dilatación de los metales cuando se les somete a la acción del calor; dice dicho experimentador: "Todos los cuerpos sólidos sobre los cuales yo hice experiencias se ensanchan en todos los sentidos por medio del fuego que les penetra; esto es lo que nosotros ponemos a la vista ordinaria de una manera evidente por medio de nuestro pirómetro, que señala ensancha-

mientos muy pequeños de los cuerpos, incluso hasta $\frac{1}{12500}$

parte de una pulgada renana; yo doy a cada una de estas partes el nombre de grado. Los metales, los semimetales, etc., puestos en el pirómetro, cuando están fríos y se les calienta en seguida por medio de una llama de alcohol, se alargan, se dilatan y se extienden en todos los sentidos" (1).

Los estudios acerca de la producción de vapores, de su fuerza elástica y de su densidad, fueron coronados con el descubrimiento de la máquina de vapor, que señala un hito de gran visibilidad en el progreso de la Humanidad.

(1) A los estudios sobre pirometría y dilatación han contribuido, entre otros, Ellicot, Bouger, Smeaton, Nollet, Guyton De Moweau, Berthoud, Lavoisier, Laplace, Wedgwood, Sainte Claire Deville, Twost, De Luc, Ramsden, Le Roy, Schmiot, Hallstroem, Despretz, Regnault, Dulong, Petit, Priestley, Dalton, Gay-Lussac, Magnus, Rudberg, Le Chatelier, Albert, A. Michelson, etc.

Aparte del breve noticiario que acompañamos sobre los conocimientos que la Humanidad poseía—según la Historia—de la formación de vapores y su fuerza elástica, interesa señalar las experiencias de Papin y las de Sommerset, la máquina construída por Savesy, y destacar el descubrimiento de Jaime Watt acerca del modo de verificar la condensación del vapor de agua en un recipiente separado totalmente, distinto del cuerpo de bomba, por el que comunica por medio de un tubo estrecho.

El físico de Montpellier, Leroy, expuso la idea de que el aire disolvía el agua y la convertía en un *flúido* elástico, de la misma manera que el agua disuelve las sales y las hace pasar del estado sólido al líquido.

Herón de Alejandría (1) imaginó un instrumento, "*la eolipila*", para demostrar que la impulsión del calor reproduce la fuerza del viento. El aparato consistía en una bola hueca hecha de bronce, que poseía una pequeña abertura, por la que se introducía agua. Dice Vitrubio (2): "Antes de ser calentada, la eolipila no deja escapar ningún aire; pero en cuanto se la somete a la acción del calor, se produce un viento proporcional a la violencia del fuego." Se asegura que en el siglo x, Silvestre II (Gerberto) utilizó el vapor de agua para hacer resonar los tubos del *órgano*.

A principios del siglo xvii, el preceptor del delfín—después Luis XIII—, llamado Florencio Rivault, descubrió que una bomba que contenga agua acaba por saltar en pedazos cuando se la coloca sobre el fuego, después de haber sido cerrada, es decir, cuando se impide que el vapor de agua se reparta en el aire, a medida que se produce. Salomón de Caus,

(1) Vitrubio, 1, 6: *Impetus fervoris exprimit vim spirantis*. Loc. cit
(2) *Ibid.*

en 1615, expuso el teorema de “*la expansión y condensación del vapor*”. Algún tiempo después, Branca, arquitecto italiano, publicó un libro titulado *Machina diverse*, en el que dice se producía un movimiento de rotación dirigiendo el vapor de una “eolipila” sobre las aletas de una rueda.

Samuel Moreland presentó a Luis XIV, en 1682, un proyecto para elevar el agua por medio del vapor.

Se emplearon las máquinas de vapor ideadas por Watt en la manufactura de Boulton, extendiéndose seguidamente a los principales establecimientos industriales de Inglaterra.

En 1775 construyó Perrier un navío movido por el vapor de agua, con el que hizo experiencias en el Sena, sin que obtuviera resultados muy satisfactorios. Se hicieron otros ensayos, con escasas aportaciones, hasta que el mecánico americano Fulton, después de pacientísimos estudios y comprobaciones, consiguió construir un barco a vapor, cuyas pruebas, hechas en 1802, fueron acogidas muy favorablemente, teniendo una aplicación práctica en 1807.

Afirmase que la aplicación de la máquina de vapor al transporte terrestre se remonta al año 1775, pero con resultados que no se consideraron estimables. Se atribuye también la iniciación de esta aplicación a Vivian y a Trevithick, que consiguieron buen éxito para transportar hulla, en Inglaterra, en el año 1802. Más tarde se hace rodar los vehículos sobre barras de hierro (raíles), generalizándose para el transporte de mercancías y viajeros.

La siderurgia recibió de las máquinas de vapor un gran impulso, y no fueron menos considerables las aportaciones que la siderurgia suministró para la construcción y para la expansión de las aplicaciones de la máquina de vapor.

Paralelamente a las efemérides anteriores Sature hizo el estudio físico de la elasticidad del vapor; pero quien verdaderamente obtuvo éxitos brillantísimos fué Betancourt, cuyos trabajos, publicados por él en su *Memoire sur la force expansive de la vapeur d'eau*, en los que comienza a estudiar la progresión de la fuerza expansiva del vapor en relación con la temperatura. Testigos de mayor excepción acerca de la importancia del sentido de la experimentación realizada son las construcciones de las máquinas de vapor modernísimas, en las que juegan temperaturas muy elevadas y grandes presiones.

Dalton coadyuvó extraordinariamente en esta cuestión, relacionando los efectos sobre la elasticidad del vapor por incremento de las temperaturas y por descenso de las mismas. Otros experimentadores, como Arago y Dulong, extendieron los límites de los ensayos, que fueron corregidos independientemente por Magnus en Berlín y por Regnault en París, llegando a obtener ambos resultados muy concordantes. En la relación antológica que acabamos de exponer acerca de la máquina de vapor, no debemos de omitir los nombres de Boutigny, por sus estudios sobre el *Estado esferoidal*, el de Darcet, que suministró las aleaciones primeras para las placas fusibles, que hacían un papel en las calderas de vapor análogo al de las válvulas de seguridad, ni la labor de Sadi Carnot.

ESTAMPA II

Investigaciones sobre la electricidad y el magnetismo hasta las máquinas y dispositivos que transforman la energía mecánica en corriente eléctrica, y a ésta en energía mecánica, etc.

Conocidos desde los tiempos lejanos fenómenos eléctricos y magnéticos, producidos aquéllos en el ámbar por frotamiento y manifestados los últimos en la piedra imán natural, la historia no atestigua más que la utilización de la magnetita como piedra de maravilla, cuyas propiedades podía comunicar al hierro, con el que construían imanes artificiales y la brújula, cuyo origen se atribuye a los chinos, y siendo lo más verosímil que los árabes la introdujeran en Europa.

Parece ser no hay antecedentes de acuciamiento alguno, durante muchos siglos, para averiguar si la propiedad que adquiriría el ámbar por frotamiento pudiera comprender a otras substancias, hasta fines del siglo XVI y principios del XVII, en que Guillermo Gilbert hizo experiencias que permitieron ensanchar el campo de las observaciones. En el año 1600 publicó este físico un trabajo que lo tituló *De magnetē, magneticis corporibus et de magno magnetē tellure, phisiologia nova, plurimis argumentis demonstrata*. Señala en él, poseen la propiedad atractiva, como el succino, el vidrio y todas las piedras preciosas artificiales que tienen vidrio por base de su composición, por una par-

te, y por otra, las resinas, la goma laca, la colofonia, la almá-
ga, el azufre, etc., haciendo la distinción de la existencia de la
electricidad vítrea y de la electricidad resinosa. Al mismo tiem-
po, menciona substancias que no adquieren, en caso alguno, la
propiedad de atraer los cuerpos ligeros, entre los que se hallan
las perlas, el coral, el alabastro, el pórvido, la sílice, el mármol, el
marfil, los huesos, las maderas duras, los metales, etc. Llega
también a la conclusión de que la humedad debilita los efectos
de la electricidad.

Los antiguos tenían ideas confusas de los fenómenos eléc-
tricos y magnéticos, pero Gilbert estableció las siguientes dife-
rencias: 1.ª, la humedad disipa la electricidad; sin embargo,
no ejerce acción alguna sobre el imán, que manifiesta su fuer-
za sin necesidad de ser frotado, y su virtud atractiva no es de-
tenida por la interposición de cuerpos sólidos; 2.ª, el imán no
tiene acción más que sobre cuerpos magnéticos, homogéneos
con él, mientras que la electricidad hace sentir su efecto sobre
gran número de cuerpos que no son homogéneos entre sí; 3.ª, el
imán puede atraer masas considerables, mientras que la elec-
tricidad no atrae más que cuerpos ligeros; 4.ª, en la acción eléc-
trica, el cuerpo electrizado sólo puede actuar atrayendo hacia él,
en línea recta, los cuerpos no electrizados, mientras que en el
magnetismo la acción de los cuerpos es recíproca. Sigue las ex-
periencias Otto de Guericke, y construye el primer dispositivo,
que encierra en sí la idea de la *máquina eléctrica*, obteniendo
como resultado de sus investigaciones que "los cuerpos ligeros,
después de haber sido atraídos por la materia electrizada, son
en seguida repelidos, y que no son atraídos de nuevo sino des-
pués de estar próximos o en contacto de otro cuerpo", y que
"los cuerpos reciben una electricidad contraria a la del medio
en el cual se hallan colocados". Percibió el ruido y la luz (ésta

en la obscuridad) producidos por la electricidad por frotamiento.

Se ocupó de la misma cuestión Roberto Boyle, verificando experiencias que condujeron después al descubrimiento del electromagnetismo. Newton hizo diversos experimentos, sin llegar a sacar conclusión alguna.

A pesar de los trabajos de Gilbert y Boyle, los físicos no mostraron gran interés por la electricidad en casi todo el siglo XVII. La publicación de los trabajos en 1709 de Hawksbee y la comprobación de los mismos fué causa suficiente para que se considerase a la electricidad como una de las ramas de la Física. Fueron iniciados para averiguar cuál es la causa de la fosforescencia del mercurio en la columna barométrica—haciendo experiencias con una máquina eléctrica ideada por él y análoga a la de Otto, con la diferencia de ser la bola de vidrio en vez de azufre—en espacios enrarecidos; experiencias posteriores pusieron de manifiesto fenómenos que fundamentaron luego el descubrimiento del electrómetro.

En 1729 Gray descubrió la conductibilidad eléctrica, y afirmó que la electricidad se puede propagar a grandes distancias, y llegando a utilizar en sus experiencias cuerpos aisladores. Dufay estableció que electricidades semejantes se repelen y que las electricidades diferentes se atraen.

En 1741 presentó Juan Teófilo Desagulicis a la Sociedad Real de Londres una nota en la que decía "que la electricidad no se manifestaba más que en la superficie de los cuerpos electrizados, y que ella ocupa superficies esféricas, cilíndricas, etc., según que el cuerpo sea una esfera, un cilindro". A partir del año 1742 introducen perfeccionamientos en la máquina eléctrica, que llaman la atención, Hausen Winckler y Sigaud de Lafond, y, en diversos países, se dedican grandes sumas de dinero a estas

experiencias, ocupándose de ellas los noticiarios de aquel entonces.

Son dignas de mención las experiencias de Ludolf y las de Winckler, que, con el P. Gordon, transforma la electricidad en movimiento por medio de la *estrella eléctrica*; las de Krüger, blanqueando colores rojos, azules y amarillos de diferentes flores, y las de Watson, por las que demostró no se refracta la electricidad, como lo hace la luz al pasar por vidrios. Nollet electrizó durante varios días una cierta cantidad de terreno, y observó que la germinación en él es más veloz que la ordinaria. Hasta 1766 las máquinas eléctricas eran bolas de azufre y de vidrio, etc., que se frotaron primero con la mano, después con telas y luego con cojines; mas en esa época se inició el empleo de discos, innovación atribuida a Ramsden y a Jughensz, recabando la prioridad Sigaud de Lafond.

También es objeto de discusión la paternidad del descubrimiento de la botella llamada de Leyden, atribuyéndolo unos a Kleist y otros a Musschenbroek. Con el descubrimiento de la botella de Leyden se iniciaron los trabajos sobre condensadores eléctricos, aportando innovaciones Bevis, Franklin, Oepinus, etcétera, que condujeron a Nollet a establecer las diferencias entre la electrización por inducción y la electrización por frotamiento. Volta y Wilke, casi simultáneamente, inventaron el electróforo, que utilizó Lichtenberg para obtener las figuras que llevan su nombre. Las experiencias se sucedieron en diversos países, y cada vez se obtenían efectos más sorprendentes. Así, en América, Franklin, obsesionado por las experiencias que había presenciado con la botella de Leyden, llegó a pensar si el rayo de las tormentas podría ser identificado con la electricidad, en averiguación de lo cual, hizo numerosos ensayos, hasta que conseguido su propósito y con resultado positivo, ideó el para-

rroyos, que consideró imposible de realizar y que Dalibard, en 10 de Mayo de 1752, puso en práctica lo propuesto por Franklin, resultando la experiencia de acuerdo con el fundamento de las previsiones. En vista de lo cual, Franklin empezó a construir pararrayos para proteger los edificios en los días de tempestad contra los trastornos de las chispas eléctricas. En este recuerdo no debemos omitir el nombre del ruso Richmann, profesor de Física, que murió víctima de su amor a la investigación, el 6 de Agosto de 1753, cuando repetía las experiencias de Franklin.

Hicieron trabajos de investigación en relación con el electrómetro Gray, Dufay, Nollet, Waitz, Canton, Ellicot, Cavallo, Barberoux, Bennet, Cuthberfoxe, Leroy, Darcy, Lana Ludolf, Volta, Sassure, etc., que allanaron considerablemente el camino para las investigaciones sobre electricidad, juntamente con los trabajos de Coulomb, sobre las atracciones y repulsiones eléctricas, demostradas con la balanza de torsión de su invención.

Corriente eléctrica.—En una obra publicada por Sulzer en 1767 con el título *Nueva teoría del placer*, se habla de unas experiencias que pueden realizarse, introduciendo en la boca dos láminas de metales diferentes, por las que se percibirán sabores particulares, experiencias que no fueron tomadas en consideración. En el año 1784, Cotugno, profesor de Anatomía en Nápoles, quiso disecar un ratón vivo, recibiendo una conmoción fuerte en el momento de abrir con su escalpelo el vientre del animal; y en el año 1790 realizó Galvani la experiencia atribuída al azar, y que rasgó el velo que ocultaba un mundo nuevo para la Humanidad, experiencia que se adorna con anécdotas diversas, y que consistió escuetamente *en la contracción que experimentaron los nervios lumbares de una rana al tocar dos me-*

tales diferentes. Como vemos, esta experiencia puede relacionarse con las anteriores, siendo el mérito de Galvani el haber entrevisto la importancia del hecho y el haberse preocupado con éxito de la reproducción del fenómeno, fijando las circunstancias, por lo menos aparentes, que lo originaban. La explicación del fenómeno originó numerosas controversias, especialmente entre Galvani, Volta y sus partidarios. La multitud de investigaciones a que dió lugar fundamentaron la obtención de corrientes eléctricas por medio de los aparatos conocidos por el nombre de pilas eléctricas, de las cuales se han hecho modelos en gran cantidad y de los que se han verificado diversísimas aplicaciones.

Electromagnetismo. — El descubrimiento de la corriente eléctrica fué un impulso para los estudios magnéticos, que casi se habían limitado al conocimiento de la inclinación y declinación magnética terrestres y a las medidas de la intensidad magnética.

Los polos de la pila eléctrica fueron para Ritter idénticos a los de un imán, mas para Ampere, según dijo en uno de sus programas, "los fenómenos eléctricos y magnéticos son debidos a dos flúidos diferentes y que actúan independientemente el uno del otro".

Romanogsi, en 1802, hizo experiencias para demostrar la acción de la corriente eléctrica sobre una brújula. El P. Beccaria habló de circuitos eléctricos constantes, capaces de engendrar el magnetismo. Se considera como la experiencia demostrativa más concluyente del electromagnetismo la realizada por Oersted, que también se atribuye al azar (1). Afírmase que estando ha-

(1) Loc. cit.

ciendo experiencias ante un auditorio puso incandescente un hilo de platino por el paso de la corriente de una pila eléctrica. Casualmente, había debajo del hilo una aguja imantada, que presentó rápidamente oscilaciones extrañas, alternando atracciones y repulsiones que no se podían atribuir más que al hilo.

Estudiada la experiencia anterior por Ampere, éste la generalizó, descubriendo las atracciones y repulsiones entre dos corrientes eléctricas paralelas, según circule en ellas la corriente en el mismo o en distinto sentido; más tarde sentó los principios de su teoría *electrodinámica*. Aún inventó después Ampere el *galvanómetro*, de importancia extraordinaria para el conocimiento de las propiedades y aplicaciones de la corriente eléctrica. Arago descubrió en 1828 el *magnetismo de rotación*, que Faraday explicó luego que descubrió la *inducción* y el *diamagnetismo*, sacando la conclusión de que todos los cuerpos de la Naturaleza son impresionados por los efluvios magnéticos.

A consecuencia de las investigaciones que Ampere y Arago hicieron en hierro dulce, se idearon los telégrafos impresores, los motores electromagnéticos, los reguladores y los interruptores, etc., habiendo contribuido a ello Wheaststone, Foucault, Froment, Breguet, Wilde, Serrin, etc.

Relacionando los descubrimientos de Ampere y Arago, concibió Faraday la idea de que un imán debía, por medio de un movimiento, originar en la placa turnante o en un hilo metálico una electricidad que se podría hacer actuar como toda electricidad, y, por tanto, sería posible con barras de acero imantado reemplazar la acción de la pila de Volta, conduciéndole esta idea al descubrimiento de la *electricidad de inducción*, en las que se hallan reunidas las cualidades de la electricidad estática y de la dinámica, fundamento de las potentes máquinas de Clarke, Pixii, Ruhmkorff, etc., hallando además un modo de transfor-

mar la energía mecánica en eléctrica. Los trabajos de otros investigadores facilitaron la transformación de la energía eléctrica en energía mecánica. Sería difícil explicarnos de antemano la importancia de las investigaciones.

Las experiencias de Faraday acerca de la electrolisis hicieron pensar en la íntima relación de la energía química con la energía eléctrica.

ESTAMPA III

Conocimientos químicos hasta la época de Lavoisier y las experiencias de Davy. Principio de la conservación de la energía.

El conocimiento de hechos que se consideran como químicos debe remontarse a los tiempos primitivos, en que la inteligencia humana, estimulada por diversidad de factores, tuvo ocasión de utilizar sus medios de observación y de experimentación, de tal forma, que todos los documentos de la Historia son posteriores al empleo de los alimentos: pan, vino, vinagre y aceite. Sería instructivo saber cómo se llegó a fabricar el pan con levadura; mas si intentáramos emitir alguna hipótesis sobre cómo pudo hacerse el descubrimiento, seguramente estaríamos muy lejos de la verdad de lo sucedido, y a pesar de lo que hoy se conoce de Química, ¿cuántas cosas como el pan se hallarán para nosotros en el incógnito? Lo que sí es indudable debieron acumularse muchas observaciones y muchas experiencias antes de averiguar la preparación del pan.

Naturalmente, conocido el hecho de la fermentación del mosto de la uva, obtenido por expresión de la misma, se descubrieron también otros productos que, como el vino, provenían de la fermentación de jugos de otras sustancias vegetales. El conocimiento de jugos alcohólicos determinó, asimismo, el del vi-

nagre, siendo curioso que en el lenguaje hebreo existiera la palabra equivalente a fermento.

A la llamada Edad de Piedra, en la que el hombre utilizó piedras siliciosas, dicen los historiadores siguió el descubrimiento del bronce primero, y luego, del hierro, aunque Beck, en su obra *Geschichte des Eisens* (Ullmann, t. VII, pág. 81), impugna dicha creencia fundándose en que por oxidación los objetos de hierro se convierten en polvo, mientras los de bronce permanecen más inalterados.

Los hallazgos de hierro en las ruinas de Nínive y en Egipto permiten admitir el conocimiento del hierro más allá de seis mil años antes de Jesucristo. Se argumenta también, en pro del conocimiento anterior del hierro, en la mayor abundancia de sus minerales y en la mayor facilidad de su extracción.

El oro y la plata, por encontrarse nativos, también son conocidos desde los tiempos más antiguos, siendo el becerro de oro (1) quemado por Moisés un fetiche de madera recubierto de láminas de oro, y ya los egipcios los utilizaron como signos de riqueza. Después se conocieron el plomo, el estaño y el mercurio. Los fenicios y cartagineses tenían un fundamento de su comercio en el plomo de España y en el estaño de las Islas Británicas, denominadas éstas, por sus yacimientos de estaño, Islas Casitéritas. El plomo lo utilizaban en el afinado del oro y de la plata; de la molybdena o galena, sulfuro de plomo, obtenían por calcinación el *minio*, preparado también por la calcinación de la *cerusa*. El *minio*, juntamente con el *litargirio*, lo utilizaban como pintura en colores rojos y en medicina para preparar emplastos.

(1) Hoefler.—Loc. cit.

La cerusa se obtenía en grandes cantidades en Rodas, Corinto y Esparta.

Los escritores antiguos señalan la toxicidad de los preparados de plomo, siendo, según Plinio, los galos los primeros que practicaron el estañado de las vasijas de cobre para evitar el sabor desagradable y el moho nocivo. Algunos llegaron a substituir el estaño por la plata para diversas aplicaciones. El bronce lo obtenían fundiendo minerales de cobre con estaño, y con dicha aleación construyeron varios utensilios. Con los desechos de la fabricación del bronce obtuvieron sulfato, acetato y carbonatos de cobre, productos que, dice Plinio, se falsificaban con piedra pómez o goma pulverizada, siendo el más usado en la falsificación, el sulfato ferroso. Plinio da la receta para averiguar el fraude de la caparrosa verde, que consistía en aplicar el llamado *oerugo* sobre una hoja de papiro impregnada con jugo de nuez de agallas. "Si hay fraude, el papel se ennegrecerá en seguida", dice dicho historiador. El templado del hierro también fué practicado en la antigüedad, aunque parece que su utilización fué de uso muy restringido al principio, siendo su empleo muy general en tiempos del imperio romano. Debemos señalar la fama adquirida por los hierros templados en Calatayud (Bilbilis). Se evitaba la oxidación del hierro con una mezcla de pez líquida, de yeso y de cerusa. El agua ferruginosa (obtenida introduciendo clavos al rojo en agua) la empleaban desde antes de Galeno para el tratamiento de la anemia y de la disentería. Se conocían aleaciones de cobre y cinc, y el óxido de este metal (*Pompholix*) o *lana filosófica* de los alquimistas. No se conocían ni el arsénico ni el antimonio al estado libre; pero sí en forma de sulfuros, que utilizaron para el tratamiento de las heridas recientes y para ennegrecer las pestañas el de antimonio, y, para pomadas depiladoras, el de arsénico.

El azufre es conocido desde tiempos muy antiguos, por encontrarse al estado libre cerca de los volcanes. Por su combustibilidad en contacto del aire se le consideró como una condensación de la materia del fuego. El carbonato de potasa (sal vegetal), con el nombre de *borith*, fué utilizado para el blanqueamiento de telas, lo mismo que el *neter*, carbonato de sosa impuro, llamándolo *neter* por la efervescencia producida al ser tratado por el vinagre. Distinguían el *borith* del *neter* porque el primero es delicuescente y el segundo eflorescente.

El nitro lo sacaban en grandes cantidades de las cavernas del Asia, llamadas *Colyces*. El empleo del nitrato potásico fué al principio escaso; se le utilizaba como diurético, aumentando su consumo a partir del siglo IX para fabricar la pólvora.

La sal común fué tenida en tal estima que la palabra salario proviene de que racionaban a los militares, en los primeros tiempos del imperio romano, con pan y sal. Obtenían el cloruro sódico por evaporación de las aguas del mar, explotándose en Sicilia y Capadocia minas de sal gema (sal fósil) de gran pureza, que se empleaba también para la conservación del pescado y diversos alimentos. Habitantes de las riberas del Rhin substituían la sal común por las cenizas de las plantas que quemaban. Distinguían la sal de amoníaco (cloruro amónico) de la sal común por la estructura fibrosa que presenta la sal amónica. Tanto los griegos como los romanos daban el nombre de *Alumen* y de *Stypteria* a todas las sales de sabor astringente, empleando los alumbres para diversos usos en las artes y en la medicina.

Se consideraba como cal todas las piedras calcáreas propias para morteros o que sirvieran como materiales de construcción. Los romanos conocieron la cal cáustica. La industria cerámica, en sus diversas manifestaciones, fué conocida y practicada en la antigüedad, llegando a alcanzar gran esplendor. Admitían eran

substancias muy distintas en su composición las rocas siliciosas, el cristal de roca y el sílex.

Fueron utilizadas las rocas siliciosas para hacer mezclas y para las fundiciones de bronce; el cristal de roca, para espejos y en construcciones suntuarias; la sílice, para fabricar vidrios incoloros y coloreados, conociendo los egipcios la acción vitrificante de las sales alcalinas al ser calentadas con la sílice y la acción colorante de diversos óxidos metálicos para obtener los vidrios coloreados y los esmaltes.

El arte de hilar y el de tejer fué otra de las adquisiciones que primero hizo la humanidad; el cáñamo, el lino y el algodón fueron utilizados por los pueblos más diversos. En Egipto se fabricaban telas de lino para los vestidos de las castas inferiores y de algodón para los de las personas de rango más elevado. Los tejidos y los barnices incombustibles también fueron conocidos y utilizados por los antiguos, dando el nombre al amianto de *asbesto* por su resistencia al fuego. Para hacer incombustibles a las maderas de construcción las sumergían en líquidos alcalinos y aluminosos. En el embalsamamiento de cadáveres utilizaban los egipcios el vino de palmeras, el aceite de cedro, la salmuera de carbonato de sosa, el nitro y diversos productos aromáticos, pero siempre teniendo cuidado de evitar el acceso del aire, como si contuviera éste algo que facilitara la descomposición de substancias animales y vegetales. Por eso utilizaban la miel, la cera y la resina como preservativos de la fermentación, y algunas veces hacían hervir las substancias fermentescibles con agua antes de encerrarlas en vasijas. Los moradores de Sidón eran reputados como hábiles tintoreros, siendo los colores rojo, púrpura y escarlata los preferidos. Parece ser que los fenicios obtenían púrpuras de diversos moluscos, como el *murex brandaris*, *purpura lapillus*, *janthina prolongata*, siendo ésta la más emplea-

da en la antigüedad. Obtenían una púrpura vegetal con la *Rubia tinctorum* y con otra, que parece era el índigo; conocían, para fijar los colores, mordientes, según narra Plinio a propósito de cómo teñían los egipcios.

Trabajaron la pintura *al fresco* y diversos estucos, habiendo encontrado Davy, en los análisis que hizo de restos de pinturas antiguas, “que el rojo púrpura era una mezcla de ocre rojo y de azul de cobre; que el rojo vivo, unas veces era minio y otras cinabrio; que el rojo pálido estaba constituido por una mezcla de ocres rojos y amarillos. Tenían tres clases de amarillos; dos de ellos eran ocres mezclados con cantidades variables de carbonato cálcico, y el tercero, un ocre amarillo mezclado con óxido rojo de plomo. El famoso azul de Alejandría era una especie de escoria vitrificada, resultado de la fusión de la sosa con el óxido de cobre; los colores verdes eran de carbonatos de cobre, seguramente productos de la transformación lenta de los acetatos; los colores negros eran carbón en polvo o negro de humo”. Entre los colores pardos halló Davy óxidos de manganeso y de hierro, como asimismo ocres mezclados con negro de humo. También encontró el manganeso en vidrios coloreados.

Las tintas se conocieron en la antigüedad, e igualmente el papel, los venenos y las aguas minerales. Con respecto al aire, decía Heráclito que contiene un elemento sutil que alimenta el fuego y la respiración; Eurípides afirmó “que ningún ser podía vivir sin aire, que la materia no desaparece, que ella sufre únicamente transformaciones”. Según Galeno, la llama es un *aire incandescente*, y que la caña arde no porque nos parezca seca, sino porque contiene mucho aire susceptible de inflamarse. Según escritos de Clemente de Alejandría, se conocía el aire vital, el oxígeno; en los primeros siglos de la Era Cristiana *los espíritus se dividen, decía, en dos géneros: un espíritu para el fuego*

divino, que es el alma, y un espíritu corporal que alimenta el fuego y es la base de la combustión.

Sistemas filosóficos griegos.—Thales admitía como el principio de todas cosas, no el agua común, sino el *agua argentada*, el mercurio.

Anaxímedes decía: “todo viene del aire y retorna a él”; el frío, el calor, la condensación y la rarefacción engendran todas las modificaciones de la materia. Los discípulos de Pitágoras admitían que el aire está lleno de almas o de demonios, bajo cuyo imperio están situados la salud, la enfermedad, los sueños y la magia; las almas, indestructibles, como la fuerza primordial de donde emanan ellas, entran en los cuerpos y recorren ciclos indefinidos.

Xenófano consideraba que la tierra y el agua son los elementos del mundo material y que el alma es un cuerpo aeriforme. Según Heráclito de Efeso, el fuego es el principio de todas las cosas. El mundo principió por el fuego y acabará en fuego. Los cuerpos materiales se pueden transformar; el fuego es inmutable, porque es él quien cambia o modifica todo lo que existe. La tierra se cambia en agua, el agua en aire y el aire en fuego. Empédocles (cuatrocientos años antes de Jesucristo) estableció la teoría de los cuatro elementos: el fuego, el aire, el agua y la tierra, estando a su vez constituídos por partículas muy pequeñas indivisibles. Consideraba a los átomos invariables, indestructibles y eternos; producían por combinaciones diversas todos los cuerpos de la Naturaleza; la atracción y la repulsión rigen los fenómenos de composición y de descomposición de la materia; las partículas homogéneas se atraen y se combinan; las heterogéneas se repelen o se desagregan. Todos los cuerpos sólidos son porosos, teniendo intersticios parecidos a pequeños

tubos capilares, en los que se hallan los efluvios de las fuerzas particulares. Por estos efluvios explicaba la acción del imán. La teoría atómica fué desarrollada por Leucipo y Demócrito, admitiendo que los átomos eran desiguales en tamaño, peso y forma y sometidos a un movimiento interior, que es la causa de toda combinación y de toda descomposición, siendo facilitados sus movimientos por la existencia de espacios vacíos o poros. Los átomos eran impenetrables; cada átomo se opone a ser desplazado por otro, originando ello un movimiento oscilatorio que se propaga gradualmente a todos los átomos del mismo grupo, resultando una verdadera rotación, que es el tipo de todos los movimientos del mundo. Anaxágoras creía que cada átomo es un mundo en miniatura. La nutrición sólo es posible cuando los alimentos están compuestos de las mismas partículas similares que los órganos de la vida que entretienen; a los átomos similares dió el nombre de *homeomerias*, cuyo número no se puede aumentar ni disminuir. Los vegetales son seres vivos, dotados de una verdadera respiración, proviniendo su generación del aire, teniendo por vehículo el agua. Decía que los aerolitos venían del sol, que a su vez es un aerolito inmenso inflamado.

Diógenes de Apolonia y Arquelaos sostuvieron que el aire es el manantial de la vida y del mismo pensamiento. Toda vida, todo pensamiento cesa cuando la respiración se para. Los seres viven porque ellos respiran; debido al aire, respiran en el agua, y si ellos mueren en el aire es porque respiran demasiado, porque para todo hay medida. Los metales absorben el aire, asimilándose sus elementos, como los cuerpos vivos asimilan los alimentos. El fuego no es más que aire enrarecido, de la misma manera que el agua no es más que el aire condensado.

Platón divide los jugos vegetales en cuatro especies: la pri-

mera contiene el fuego, por ejemplo, el vino; a la segunda pertenecen la resina, la pez, la grasa, el aceite; la tercera es representada por la miel y por todos los jugos de sabor dulce; la cuarta comprende los jugos lechosos de la adormidera, de la higuera, etc. Cuando por la acción del tiempo la parte terrestre se desprende de los metales, se produce un cuerpo que se llama orín. Se atribuye a Platón el ser precursor de la teoría del flogisto de Sthal. A nuestro entender, si no hay más que lo anterior, en que señala una transformación sin fijar el sentido cuantitativo, no creo haya fundamento serio para la imputación.

Aristóteles admitía cinco elementos: dos opuestos, la tierra y el fuego; dos intermediarios, el agua y el aire, y un quinto, el éter.

Decía que el agua del mar se hacía potable por evaporación; "el vino y todos los líquidos pueden ser sometidos al mismo procedimiento: después de haber sido reducidos en vapores, ellos pueden volverse líquidos". Explica la salinidad del agua del mar del siguiente modo: "Lo mismo que el agua que se filtra a través de cenizas adquiere un gusto desagradable, también el agua del mar debe su sabor a las sales que ella contiene. La orina y el sudor deben igualmente su sabor a las sales que quedan en el vaso después que se ha evaporado el agua." Señaló las diferencias entre los pesos que podrían soportar los barcos navegando en agua dulce y en agua salada.

El rayo y el trueno, agregaba, "son producidos por espíritus sutiles, que se inflaman con ruido, de forma parecida a como la madera al arder produce, algunas veces, una crepitación". Decía también Aristóteles que los cuerpos que el agua no disuelve el fuego los disuelve, debido a que los poros de estos cuerpos son más abiertos al fuego que al agua, y aplicó la palabra fusión lo mismo a la disolución que a la fusión ígnea.

Un discípulo de Aristóteles, Teofrasto, designó a la hulla como *carbon fósil*, indicando podría servir para los mismos usos que el carbón de madera, señalando que los fundidores y forjadores lo utilizaban en gran cantidad, y en el texto que se le atribuye sobre el fuego afirma “no es irracional el creer que *la llama es entretenida por un cuerpo aeriforme*”. Respecto a los olores, dijo eran debidos a la volatilidad de los cuerpos, sosteniendo que solamente los cuerpos compuestos tenían olor, del que carecían los simples, pues eran inodoros.

Muchos filósofos griegos fueron iniciados en los estudios químicos por sacerdotes egipcios.

Arte sagrado.—Se define el arte sagrado como la química envuelta de símbolos y de dogmas religiosos. Se ve aparecer rápidamente el arte sagrado hacia el III.º y IV.º siglos de la Era Cristiana. Parece ser que el nombre de Química no se emplea hasta el siglo IV, y se supone deriva dicha palabra de las correspondientes griegas con que se denominaba la fusión o colada, señalándose que Alejandro de Afrodisio consideraba el crisol como uno de los instrumentos químicos para fundir o calcinar.

Entre los principales cultivadores del arte sagrado se encuentran: Zósimo el Tebano o el Panopolitano, considerado como el principal maestro del arte sagrado, y se le atribuye haber escrito 24 obras. Algunas de ellas se titulan: 1.º, *Sobre los hornos y los instrumentos de química*, en el que reseña aparatos destilatorios; 2.º, *Sobre la virtud y composición del agua*, en el cual las materias minerales tienen representación antropomórfica, reseñando manipulaciones en virtud de las cuales preparaba el ácido sulfúrico para disolver metales; 3.º, *Sobre el agua divina*, que era “el mercurio constante en sus propiedades, agua divina que todo el mundo desconoce y cuya naturaleza

es inexplicable; no es ni un metal, ni el agua siempre en movimiento, ni un cuerpo; es el todo en el todo; él tiene una vida y un espíritu". En esto se fundamentan algunos la causa por la que los alquimistas erigieron en axioma "*que el mercurio es el principio de todas las cosas*"; 4.º, *Sobre el arte sagrado de hacer la plata*, en el que narra la experiencia de la descomposición del óxido mercúrico por la acción del calor.

Pelagio trató de la coloración de los metales por oxidación, sulfuración y disolución. "El cobre no tiñe, pero cuando está teñido es apropiado para teñir." Amalgamaba el oro, según dice, "tomad una parte de oro y tres de magnesio y de cinabrio". Olympiadora, cuya personalidad no está bien determinada, clasificó los cuerpos en *muy volátiles*, en *poco volátiles* y en *fijos*.

Synesio se limita, en los escritos que se le atribuyen, a manifestar que el operador no puede hacer más que modificar la materia.

María la Judía.—En sus obras se encuentran, aparte de otras citas, la indicación de que el ácido clorhídrico es el ácido de la sal marina; también menciona a la *raíz de mandrágora, que tiene los tubérculos redondos*, que algunos la identifican con la patata, rebatiendo la creencia de que la patata haya sido importada de América. Imaginó aparatos diversos para fundir y destilar, y refiriéndose a uno de los aparatos llamado *Kérotakis*, describe un procedimiento para transmitir el calor a las retortas por mediación de un baño de arena o de cenizas, siendo éste el origen del aparato que se conoce con el nombre de *baño de maría*.

Otros escritores del *arte sagrado* de una época incierta. Isis, reina de Egipto, dirigiéndose a su hijo le dice: "Si siembras trigo, recogerás trigo; si siembras cebada, recogerás cebada.

Estas ideas te conducirán a la idea de la creación y de la generación, y te recuerdo que el hombre engendra al hombre, que el león engendra al león, que el perro reproduce al perro; así el oro produce el oro, he ahí todo el secreto.”

Hermes Trismégisto (tres veces gran hombre) originó la *filosofía hermética y el arte hermético*, cuyos escritos han sido silenciados por la antigüedad, y se le atribuye, entre ellos, la *Tabla de esmeralda*, motivo de diversas interpretaciones.

Cosmas el solitario fué el autor de un tratado que se titula *Interpretación de la ciencia de la crisopeya*, llamando a la ciencia de hacer el oro “la verdadera y mística química”, y siendo el primero que habló *del aire sutil de los carbones*.

Entre los escritores anónimos del arte sagrado hay uno que compara los venenos con los fermentos: “los venenos son parecidos a los fermentos, porque ellos actúan en pequeñas cantidades, como la levadura en la panificación”.

Fuego griego y pólvora de cañón.—Utilizaban los romanos en las primeras guerras de la República resinas, betún, pez y otras materias inflamables para lanzarlas contra el enemigo, el que a su vez utilizaba medios análogos en el ataque y defensa. Ya se conocía la nafta (fuego líquido).

Se menciona el fuego autómatas, *Atenea*, y parece ser era igual al fuego griego, que se preparaba, según Julio el Africano, del siguiente modo: “Diez partes iguales de azufre nativo, salpetra y piritas Kerdoniana (algunos suponen sulfuro de antimonio); moler estas substancias en un mortero negro, al mediodía. Agregar partes iguales de azufre y de jugo de sicomoro negro y asfalto líquido; después mezclar bien el todo, de manera que resulte una masa pastosa; por último, agregaréis una pequeña cantidad de cal viva. Es necesario remover la masa con precau-

ción, al mediodía, y proteger la vista, porque la mezcla puede arder súbitamente. Meted esta mezcla en las cajas de bronce, cerradas con cubiertas, y conservadlas al abrigo de los rayos del sol, cuyo contacto las inflamaria.”

El nombre de fuego líquido que lleva el fuego griego se dió también a la esencia de trementina y a las aguas ardientes.

Marco Graco, en su libro *Liber ignium*, describe las aguas ardientes y la pólvora de cañón; para ésta daba la composición siguiente: “Una libra de azufre puro, dos libras de carbón de viña o de sauce y seis libras de salpetra (nitro).”

Edad Media.—Los alquimistas comprendieron la necesidad de dedicarse, además de a las especulaciones extrañas, a las necesidades de la vida; pero se resistieron a abandonar lo antiguo y quisieron hermanar las dos cosas, retardando el comienzo de la Química experimental.

Los árabes.—Djáfár-Geber es el representante de la tendencia práctica y experimental; se supone vivió hacia la mitad de siglo VIII. Su método es la observación aliada con el razonamiento. Refiriéndose a la *trasmutación de metales*, dice: “Nos es tan imposible como el cambiar un buey en una cabra, porque si la Naturaleza debe, como se pretende, emplear millares de años para hacer los metales, ¿podremos nosotros pretender hacerlo, cuando vivimos raramente más allá de cien años? Las temperaturas elevadas que nosotros hacemos actuar sobre los cuerpos pueden, es cierto, producir en un corto intervalo lo que tarda años en engendar la Naturaleza; pero esto no es todavía más que una débil ventaja.”

La intervención de los gases llamados *espíritus* en las acciones químicas fué durante mucho tiempo una de las cuestiones

más oscuras y más discutidas y sobre lo cual expuso Geber: "Cuando los gases se fijan sobre los cuerpos, éstos pierden su forma y su naturaleza; no son lo que eran; cuando se quiere efectuar la separación, los gases se escapan solos y los cuerpos en que ellos estaban fijos permanecen." Asimismo describió la copelación, que los escritores Estrabón, Plinio y Diodoro de Sicilia no habían expuesto con claridad. A él se deben los primeros conocimientos sobre la obtención del agua fuerte (ácido nítrico), del agua regia, nitrato de plata y sublimado corrosivo. Sobre la destilación y la coagulación, designando con esta palabra la evaporación para la cristalización de las sales metálicas, hizo muchas aportaciones. Preparó el óxido mercurio, reseñando la experiencia, según algunos, diciendo que había que calentar el mercurio, para que la humedad pudiera escapar, en un vaso de vidrio, con cuello largo, dejándolo abierto durante todo el tiempo que se calienta. Esto es muy raro que lo dijera, sobre todo si se tiene en cuenta lo que admitía respecto a los gases, donde parece inspirado, por la formación y descomposición del óxido mercurio.

Rhasés siguió las huellas de Geber. Expuso se obtenía un aceite destilando el sulfato de hierro, siendo el residuo de la operación el *crocus ferri*. Se ocupó de la destilación de líquidos alcohólicos, indicando que para tener agua de vida más fuerte, se destilara sobre cenizas o sobre la cal viva.

Avicena se ocupó en sus estudios químicos, principalmente en su aplicación a la Geología.

Artefios define los cuerpos, manifestando que "las cosas tienen a la vez partes aparentes y latentes. La parte aparente es el aspecto y extensión de los cuerpos; la parte latente es su espíritu y su alma".

Alchid Bechir parece fué el primero que señala el fósforo,

bajo el nombre de carbúnculo y de buena luna, obteniéndole por la destilación de las orinas, con arcilla, cal y carbón.

Alberto el Magno, en su tratado de Alquimia, se ocupa de la situación de ella en el siglo XIII, mostrando la dificultad de desentrañar los escritos alquímicos: "Están vacíos de sentido y no encierran nada bueno... He conocido abades, canónigos, directores, físicos, iletrados, que han perdido su tiempo y su dinero ocupándose de la Alquimia." Refiriéndose a los grandes y príncipes, aconsejaba a sus adeptos huyesen de ellos. A pesar de sus dudas, creía en la posibilidad de la transmutación de los metales. Fué el primero que utilizó la palabra *afinidad*. El azufre ennegrece la plata y quema, en general, a los metales, a causa de la afinidad natural que tiene por ellos (*propter affinitatem metalla adurit*). No creyó obtuvieran el oro los alquimistas. Demostró la composición del cinabrio de azufre y mercurio y verificó su síntesis. Describió correctamente la preparación del ácido nítrico, al que llamó *agua prima* o agua filosófica de primer grado de perfección, indicando sus propiedades oxidantes y su aplicación para separar la plata del oro.

Roger Bacon, una de tantas víctimas de la envidia, que se viste con harapos y oropeles diversos, fué el llamado *Doctor Admirabilis*, por el gran número de sus investigaciones en óptica y en química; refiere en uno de sus escritos que se obtiene una llama por la destilación de las materias orgánicas, que se puede tener como antecedente del gas del alumbrado, y señaló al hablar del aire "que es el alimento del fuego" y de otro aire "que apaga el fuego", y para demostrar que el aire contiene alimento del fuego, dice que cuando se hace arder una lámpara aprisionada en un vaso, no tarda en apagarse.

Santo Tomás de Aquino, discípulo de Alberto el Magno, escribió una obra que se titula *Tratado acerca de la esencia, de los*

minerales, en el que describe la fabricación de las piedras preciosas artificiales e indica la preparación de lo que entendían los alquimistas por *leche de virgen*, lago de las vírgenes, etc., que parece ser es el agua blanca de las farmacias; señaló también la mixtificación que utilizaban los alquimistas para hacer creer que sabían cambiar el cobre en plata.

Alfonso X habló de que el huevo mineral (ovum minerale) es el germen de todos los metales y que se obtiene por la unión del fuego y el agua; que los cuerpos compuestos se pueden descomponer en sus elementos, lo mismo que éstos pueden unirse para formar un compuesto. Así, el fuego se cambia en aire, y recíprocamente el aire en fuego. Atribuía las propiedades de los cuerpos a la influencia de los astros, creyendo que todos los minerales tenían el oro en germen.

Arnaldo de Villanueva supuso que la plata es intermediaria entre el mercurio y los otros metales.

Raimundo Lulio.—Pocos genios serán tan discutidos por unos y por otros como el de Raimundo Lulio, reconociéndosele como alquimista la originalidad en la preparación del nitro dulcificado, o sea el ácido nítrico alcohólico.

Contemporáneos de Lulio se encuentran los alquimistas Guillermo de París, Juan Rocatallada y Ortholain. A Nicolás Flámet se le supuso poseedor del secreto de prolongar la vida, por lo que hizo, según ciertos escritores, una gran fortuna.

Basilio Valentín, en su obra *Carro triunfal del Antimonio*, demuestra conocer los diferentes óxidos de antimonio, obtenidos por calcinación del antimonio o por deflagración del antimonio con el nitro; también describió el vino antimoniado y el tártaro emético. Preparó el clorhídrico, con sal común y sulfúrico, y con él obtuvo la manteca de antimonio. La extracción de metales por vía húmeda también la describió, al tratar de la ob-

tención del cobre por cementación. Al mismo tiempo obtuvo el oro fulminante y señaló el significado de la palabra precipitado. Se ocupó de los baños minerales artificiales, utilizando el nitro, el vitriolo, el alumbre y la sal de tártaro, recomendándolos para las enfermedades de la piel, especialmente contra la sarna. Preparó el ácido sulfúrico a partir del azufre y del ácido nítrico. Entrevió el oxígeno, señaló el bismuto e indicó el peligro de envenenamiento de los obreros que trabajaban en las minas de arsénico. Es lamentable el poco efecto que se percibe alrededor de su obra.

Siglo XV.—Eck de Sulzbach fué el primero que demostró experimentalmente “*que los metales aumentan de peso cuando se los calcina*”. “Seis libras—decía—de mercurio y de plata amalgamada, calentadas en cuatro vasos durante ocho días, experimentan un aumento de peso de tres libras.” Experiencia que fué repetida en el mes de Noviembre de 1489. También afirmó que el *cinabrio artificial* (óxido mercúrico), sometido a la destilación, *desprende un espíritu*; asimismo descubrió el *árbol de Diana*.

Explotación de minas.—Los antiguos habían emprendido trabajos importantes para extraer riquezas mineras de los *Pirineos españoles*; pero llegando a ciertas profundidades se vieron forzados a renunciar a los trabajos, bien por gases irrespirables o por las aguas encontradas. Se suponía la existencia de espíritus malignos. La busca del oro alejó a la gente del campo.

Tinturas.—El kermes del roble, conocido de los griegos y de los árabes para la tintura escarlata, parece haber sido introducido

en Europa hacia los siglos x y xi, y el índigo fué cultivado en la Europa central en el siglo xii.

Pintura sobre vidrio.—Se utilizó en la antigüedad primeramente el vidrio coloreado, mas la pintura sobre el vidrio no fué conocida con anterioridad al siglo xi.

Alteración de monedas.—La falsificación de la moneda hizo necesario un mayor conocimiento del análisis químico, que se limitó al principio a la práctica de la copelación, señalada por Geber, y después a la utilización del agua fuerte para disolver la plata; también se utilizaron el cemento real y el antimonio. El cemento real se componía de vitriolo, sal común y nitro.

Falsificación de alimentos.—La harina, el pan y la carne alimenticia han sido muy vigilados; igualmente la cerveza y el vino, en el cual se corrigió la acidez, dándole un color más vivo y menos verdoso con el litargirio, originándose numerosas intoxicaciones.

Farmacopea: Venenos.—En la Edad Media los boticarios hacían llegar de Italia los medicamentos oficinales, sobre todo los venenos. Una de las sustancias cuyas propiedades se conocían mejor era el *arsénico sublimado* (trióxido de arsénico, anhídrido arsenioso), con el cual se cometieron numerosos crímenes.

Tiempos modernos.—Paracelso, cuyo nombre verdad era Bombast de Hohenheim, nació en 1493 en Suiza y murió en 1541, en el hospital de Salzburgo. Fué un viajero ávido de conocimientos. Se le considera como el jefe de la Medicina química. De él son las siguientes palabras: "Vosotros, que des-

pués de haber estudiado a Hipócrates, a Galeno y a Avicena, creéis lo sabéis todo; vosotros, que todavía no sabéis nada, queréis prescribir medicamentos e ignoráis el arte de prepararlos. La Química nos da la solución de todos los problemas de la Fisiología, de la Patología y de la Terapéutica. Fuera de la Química andaréis a tientas en las tinieblas”, haciendo un elogio después de los médicos *spagíricos* (químicos). Refiriéndose al aire, dice: “Si la madera arde, es porque en el aire está la causa; sin el aire no ardería.” Creía que el estaño, al calentarse, aumentaba de peso, a causa de la porción de aire que se fija sobre el metal. Observó que el hierro, en contacto con el agua y el aceite de vitriolo, desprende un aire particular, y que los metales muertos (óxidos) podrían ser revivificados o reducidos al estado metálico por el hollín. Habló por primera vez del cinc y le comparó al mercurio y al bismuto y describió minuciosamente la separación del oro y de la plata por medio del ácido nítrico.

El principio de la *Iatroquímica* de Paracelso es el siguiente: “El hombre es un compuesto químico; las enfermedades tienen por causa cualquier alteración de este compuesto. Por tanto, son necesarios los medicamentos químicos para combatirlos.”

Leonardo Turnegser, partidario de Paracelso, hizo muchas curas por el reconocimiento de las orinas.

Oswald Croll preparó la plata córnea.

Pedro Severin preconizó los preparados antimoniales para el tratamiento de enfermedades internas.

Arago de Toulouse hizo ver las acciones medicamentosas de los compuestos mercuriales.

Quercetan descubrió el *gluten*, malaxando harina bajo un chorro de agua, y entrevió la existencia del nitrógeno en

el nitro, indicando que éste poseía “un aire que apagaba la llama”.

Libavius llamó a la disolución del sulfuroso en el agua *spiritus sulfuris acidus*; descubrió por primera vez el *Oleum camphora* (ácido canfórico), que lo obtuvo tratando el alcanfor por el ácido nítrico; obtuvo el alcohol a partir de cereales; hizo análisis de las aguas minerales y preparó el líquido que lleva su nombre (cloruro estannoso).

Georges Agricola A. Landmann, nació en 1494 y murió en 1555. Se le considera como el representante de la Química metalúrgica en el siglo XVI. De su tratado *De re metallica* se hicieron muchas ediciones en varios idiomas. La edición más completa se editó en Basilea el año 1657, en la que se describen minuciosamente la investigación de filones, la explotación y el tratamiento de minerales, como asimismo diversidad de metalurgias. También conoció que los metales aumentaban de peso por la calcinación y que el aire húmedo producía el mismo efecto en algunos casos. En su obra *Naturaleza de los fósiles* se hace la primera mención de las mechas y las teas azufradas.

Biringuccio describió el primero el *procedimiento de incuación*, para el afinado del oro. Creyó que los metales estaban compuestos de ciertos elementos primitivos, todavía ignorados.

Pérez de Vargas escribió un tratado de *Re metallica* (1569), en el que se hace la primera indicación sobre el manganeso, señalando el empleo de la manganesa en la industria del vidrio. Describió el templado de las limas y el modo de hacer al hierro tan maleable como el plomo. Ideó el grabado sobre metales por procedimientos que todavía se utilizan.

Césalpin dijo que el plomo se podía considerar como *jabón*

propio para limpiar el oro y la plata durante la copelación, y también entrevió la existencia del oxígeno en el aire.

Bernardo Palissy, uno de los fundadores del método experimental y de la Química técnica y agrícola. Nació en 1499. Se dedicó durante mucho tiempo a los esmaltes y a la vajillería. Llegó a establecer que las sales y otras materias no cristalizan, si ellas no han sido fundidas o disueltas de antemano, y afirmó que las sales estaban muy repartidas en la Naturaleza, aplicando el nombre de sal a gran número de cuerpos, diciendo: "La caparrosa es una sal; el vitriolo es una sal; el alumbre es sal; el bórax es sal; el sublimado, la sal gema; el tár-taro, la sal amoníaco. Todos ellos son sales diversas." Los antiguos creían que la sal es enemiga de la vegetación, por lo que trató de ensayar por vía experimental la verdadera teoría de los abonos. Sacó la conclusión de que el estiércol activa la vegetación por las sales que contiene, y que si ellas se quitan, el estiércol no tiene valor. Se refería en sus trabajos, no a la sal común, sino a las sales que él llamaba vegetales. Fué el que expuso la teoría del origen del agua de los pozos artesianos.

Jerónimo Cardan, en su libro, publicado en Basilea en 1557, dice haber encontrado que con las substancias metálicas *se hace variar el color de la llama*. Trató también de las *fuerzas y alimentos del fuego*, dividiendo a los cuerpos en *combustibles y no combustibles*, y estableció que el fuego no era un elemento, señalando la existencia de un *flatus* (gas) que alimenta la llama y alumbrá los cuerpos, que tienen un punto en ignición, e indicó que dicho cuerpo existe en el nitro.

Juan Bautista Porta se dedicó, aparte de la fabricación de esmaltes y de las piedras preciosas artificiales, al estudio de los venenos y a la obtención del agua dulce a partir de la del mar, por medio de la destilación.

Blas de Vigenere descubrió el ácido benzoico-a partir del benjuí, indicó la composición de varios fuegos de artificios e hizo experiencias sobre incubación artificial.

Principales hechos científicos e industriales del siglo XVI.—

Descubrió el azul de cobalto Schürer, vidriero sajón. La cochinilla y el indigo se importaron en grandes cantidades de las Indias Orientales, lo que hizo progresar al arte de teñir. La destilación se perfeccionaba constantemente. El agua de vida se utilizaba hasta entonces únicamente como medicamento, produciéndose una revolución económica con su empleo como bebida, uso que se extendió rápidamente, sobre todo en los países del Norte, donde no se podía cultivar la viña.

*Siglo XVII.—*Van-Helmont (1577-1644) señaló la existencia de cuerpos gaseosos, siendo el precursor de la Química neumática, proclamando la necesidad del empleo de la balanza, identificando el gas carbónico producto de la combustión del carbón con el producto de la fermentación del vino, del pan y del agua miel, demostrando que para la fermentación hace falta el contacto del aire. Obtuvo el carbónico: primero, por la acción de un ácido sobre las calizas; segundo, de minas y cavernas; tercero, de ciertas aguas minerales; cuarto, del tubo digestivo. Señaló la acción asfixiante del carbónico y la existencia de gases diversos, afirmando que la llama era un gas incandescente. Obtuvo el gas sulfuroso y conoció la propiedad que tiene de apagar la llama. Asimismo preparó el silicato potásico, y en ello entrevió la neutralización de los ácidos por las bases. Dió a conocer la existencia de ácidos en los jugos del estómago, a los que atribuyó ser causa de numerosas enfermedades, como el reumatismo articular, gota, las palpitaciones del corazón, et-

cétera. Fué también uno de los fundadores de la Química farmacéutica.

Roberto Boyle se mostró ardorosamente partidario del método experimental. Respecto a los fermentos, manifestó estaba persuadido que algún día se podría esclarecer con su estudio muchos fenómenos patológicos, entonces inexplicables. Indicó que en la composición de los cuerpos podía entrar un número considerable de elementos que entonces no se conocían, bien de dos en dos, o de tres en tres, etc., siendo iguales alguno o algunos de los elementos que integrasen diversas substancias. Sostuvo que el oro, como metal, era indescomponible. Hizo la distinción entre la *destilación en vasija* cerrada y la *calcinación al aire libre*; igualmente estableció distinciones entre mezclas y combinaciones. Llamó la atención sobre las propiedades del aire y dijo que solamente una parte del aire entretiene la respiración. Habló de la existencia de una substancia vital, que interviene en la respiración, en la combustión, en la fermentación y en numerosos fenómenos. Determinó el aumento de peso de los metales en la calcinación por medio de la balanza, pero no pudo recoger el oxígeno. Utilizó los disolventes para el análisis químico, en una de cuyas experiencias obtuvo la morfina, sin él saberlo, y propuso el jarabe de violeta para distinguir las substancias ácidas de las alcalinas, jarabe que se enrojece por los ácidos y se pone verde con las bases. Demostró la composición del nitrato potásico por medio de la síntesis de este cuerpo, y también estableció que el *calor es inseparable del movimiento*. Se le considera como el fundador del análisis químico de las aguas minerales; asignó al arsénico blanco carácter ácido, aunque débil; determinó densidades de aguas minerales comparándolas con la del agua destilada y recomendó el uso del microscopio para comprobar, en las aguas minerales, la

presencia de materia orgánica o de seres vivientes. Estudió las aguas del mar y dijo que habría diferencias, según los mares, en la composición salina. Utilizó como reactivo de la sal marina el nitrato de plata. Dijo que el agua no era un cuerpo simple, porque en la alimentación de los vegetales origina sustancias diversas. Analizando los cálculos urinarios, sacó la conclusión de que la cal era uno de los principales elementos constitutivos. Hizo observar que la sal común retarda el punto de congelación y el punto de ebullición del agua, y como hecho excepcional indicó que el agua, al convertirse en hielo, aumenta de volumen en vez de disminuir. Extrajo el fósforo de la orina. Se ocupó de los fósforos llamados artificiales, como el sulfuro de bario. Obtuvo también el líquido que lleva su nombre.

Roberto Fludd comparaba la Química a la Fisiología.

Rodolfo Glauber descubrió los efectos purgantes del sulfato sódico, al que dió el nombre de *sal admirable*. Hizo estudios sobre el gas clorhídrico (1) y de sus disoluciones, recomendándole para diversas aplicaciones (conservar frutas, coagular la leche, atacar los minerales, etc.), y parece ser fué el primero que entrevió el cloro, al que llamó espíritu de sal rectificado. Destilando carbones minerales obtuvo un aceite *rojo sangre*, que prescribía para el tratamiento de las úlceras crónicas. Libavius había señalado el hecho de la coloración roja del vidrio por el oro, pero Glauber, después de haber observado el fenómeno casualmente, indicó modos diversos para la coloración del vidrio, a base de oro, procedimiento que extendió a otros metales para obtener colores variadísimos, señalando advertencias que encerraban en sí el principio de la doble

(1) Dijo: "Destilando una mezcla de sal común y de aceite de vi-triolo, no se obtiene el *spiritus salis* bajo forma líquida más que a condición de asociarle con el agua."

substitución. Descubrió la composición cuantitativa de la manteca de antimonio.

Juan Kunckel fabricó vidrios coloreados, principalmente rojos, a base de oro muy dividido; respecto a la fermentación, expuso lo siguiente: "En el reino animal, la fermentación se anuncia por medio de un olor fétido; en cuanto cesa la fermentación, este olor desaparece también... Una temperatura dulce y húmeda favorece la fermentación; con ello también se acelera la putrefacción." Señaló asimismo que el espíritu de vino no era un aceite, porque no flota en el agua, no disuelve el azufre y no forma jabón con los álcalis. Afirmó que los ácidos, a una temperatura demasiado baja, impiden la fermentación. Hizo la distinción de varios compuestos de antimonio. También estudió la acción de la luz sobre la vegetación; indicó el fundamento de la lámpara de seguridad y preparó fósforo a partir de la orina.

Angelo Sala hizo muchas preparaciones antimónicas; señaló la sal de acederas. Respecto a los aceites obtenidos de los vitriolos verde y azul, dijo eran idénticos, y que el aceite de vitriolo era únicamente sulfuroso que cogía algo del aire ambiente; señaló la composición de las sales amónicas.

Otto Tachenius o Tacken definió la sal como "todo compuesto que se desdobra en dos sustancias". Respecto a los jabones, dijo: "En la saponificación un ácido se combina con el álcali, porque el aceite o la grasa contiene un ácido enmascarado." Utilizó una infusión de nuez de agallas para demostrar la presencia del hierro en sus estudios sobre las orinas de los enfermos. Aplicó el mismo reactivo a las soluciones metálicas de cobre, cinc, plomo, mercurio, estaño, y mostró la abundancia y el color de estos precipitados. Comprobó que la infusión gállica transforma una solución de oro en un líquido amarillo

de succino, que extendido con la mano sobre el papel brilla como un barniz después de secarse. Marcó las diferencias existentes entre las aguas comunes y el agua destilada. Fué el primero que dijo que la sílice tenía carácter ácido y que "todo ácido es desplazado de su combinación por otro ácido más potente".

Joaquín Bacher fué el maestro de Stahl, autor de la teoría del flogisto.

Nicolás Lefewre hizo un tratado de Química que tuvo mucha difusión. Resaltó la importancia de las soluciones saturadas.

Cristóbal Glaser publicó un tratado de Química que fué muy estimado; preparó el sulfato potásico, proyectando flores de azufre sobre el nitro en fusión.

Nicolás Lemery, en su curso de Química, que fué publicado en 1675, se mostró partidario decidido de la experimentación, indicando en su programa: "Las bellas imaginaciones de varios filósofos, al tocar los principios físicos, elevan el espíritu por la grandeza de ideas; pero ellas no prueban nada demostrativamente. Y como la Química es una ciencia demostrativa, ella no recibe por fundamento más que lo que es palpable y demostrativo." Hizo la distinción de la *vía seca* y de la *vía húmeda*. Entrevió la mezcla detonante. Con su experiencia de la mezcla húmeda de azufre y de limaduras de hierro llegó a concebir una teoría acerca del origen de los volcanes. Utilizó el imán para demostrar la presencia del hierro en las cenizas de los carbones.

Guillermo Homberg realizó trabajos *sobre la saturación de los ácidos por los álcalis*, indicando el camino para descubrir las normas de los equivalentes y de las proporciones definidas.

Hizo experiencias sobre la volatilidad y fusibilidad de los metales.

La Química aplicada en el siglo XVII.—Para interesar al público en los trabajos de Química, algunos experimentadores acordaron poner de manifiesto sus trabajos, que se relacionaban con los beneficios aportados a las artes industriales. En algunos países se crearon laboratorios para resolver problemas de interés general, por ejemplo, en Suecia, en 1683.

Hierne publicó un trabajo sobre *el ácido de la hormiga sobre el aumento de peso de los metales por calcinación*.

El descubrimiento de las minas del Perú contribuyó al progreso de la *Química metalúrgica*, destacando en este sentido la obra de Alfonso Barba, que se titula *El arte de los metales, en que se enseña el verdadero beneficio*, etc.

Juan Rey expuso acerca del incremento de peso de los metales comunes cuando se les calcina "que el peso viene del aire y que en la vasija... el aire se mezcla con la cal y se adhiere a las partículas más menudas". Fundamentó su teoría en la pesantez del aire: "El aire es un cuerpo que pesa, y, como tal, él puede ceder al estaño y al plomo moléculas pesadas que, por su adición, aumentan necesariamente el peso primitivo de estos metales." Diciendo también: "El aire... se va adhiriendo poco a poco hasta las más delgadas de sus partes; así, su peso aumenta del comienzo hasta el fin; mas cuando todo se halla afluído a ella (la cal), ésta no continúa tomando incremento."

Química neumática en la segunda mitad del siglo XVII.— Los trabajos de Van Helmont y de Boyle fueron continuados por diversos investigadores, especialmente por Mayow y Juan Bernouilli.

Ch. Wren, en 1664, recogió el carbónico con una vejiga adaptada al cuello del matraz, que contenía la mezcla fermentescible, afirmando que era parecido el aire y absorbible por el agua. Experiencia que fué repetida, sobre todo, en Inglaterra.

Juan Mayow entrevió el oxígeno y el nitrógeno en sus experiencias, tanto en el aire como en el nitro; asimismo, expuso sus puntos de vista, de bastante fundamento, sobre la respiración y el calor animal. Se le considera como el precursor de Lavoisier.

Juan Bernouilli obtuvo y recogió el carbónico producido al actuar un ácido sobre la creta y demostró que la fuerza de la pólvora tenía su origen en la formación de cuerpos gaseosos de volúmenes mucho mayores que el sólido de donde se producían.

Federico Hoffmann afirmó que el agua era un cuerpo compuesto; estudió las aguas minerales gaseosas y señaló las diferencias entre la magnesia y la cal, explicando la presencia del hierro en algunas aguas por la acción del carbónico.

En el siglo XVII se organizan academias y sociedades de sabios y aparecen las primeras revistas científicas.

Siglo XVIII.—La Química moderna debe mucho a las experiencias, para recoger gases de Moitrel d'Element, y que fueron completadas por Esteban Hales, permitiendo tuvieran eficacia los estudios de investigadores posteriores. Hales hizo multitud de experiencias sobre la destilación de productos vegetales y los flúidos elásticos que desprenden, comparando asimismo los pesos de las substancias empleadas con las cantidades de gases producidas. Observó también que cuando se quema un cuerpo combustible en el aire, por ejemplo, el fósforo, dismi-

nuye el volumen del aire; que la aspiración de los animales produce los mismos efectos que la combustión. Los trabajos de Hales respecto a los gases fueron continuados por varios investigadores.

José Black estudió compuestos de magnesia y de cal y el carbónico, al que dió el nombre de aire fijo, demostrando que se producía en la respiración, combustión, fermentación y en la acción de los ácidos sobre los carbonatos alcalinos; para demostrar su presencia utilizó como reactivo el agua de cal. También dedujo que la cal viva atraía poco a poco el aire fijo que existía en la atmósfera.

Ernesto Stahl (1660-1734) fué el autor de la teoría del flogisto.

La Química aplicada en el siglo XVIII.—Godofredo el Joven hizo una obra acerca de la *Aplicación de la Botánica a la Química* y estudió las relaciones que existían entre el bórax y la sal marina, indicando que tenían la misma base (la sosa).

Boulduc simplificó los análisis de las aguas minerales.

Hellot expuso una teoría química acerca del teñido de las telas.

Rouelle fué profesor de Lavoisier, uno de los que hicieron más popular en Francia la Química. Entre los trabajos que publicó se encuentra el que se titula *De la inflamación de los aceites esenciales por medio del espíritu del nítro*, para lo que utilizó la mezcla de nítrico y sulfúrico. En otro trabajo suyo de gran interés se ocupó *Sobre las sales neutras*.

Baron estudió el bórax y diversos compuestos del ácido bórico.

Duhamel du Monceau halló diferencias entre la sosa y la

potasa y estudió la osificación en los animales. Describió el éter sulfúrico.

Macquer se ocupó del análisis del azul de Prusia e hizo experiencias de volatilización del diamante en el vacío.

Tillet presentó en 1673 una Memoria a la Academia de Ciencias de París sobre *La aumentación real de pesos que tiene lugar en la conversión del plomo en litargirio*.

Reamur publicó diversas memorias sobre la porcelana, el hierro y el acero, sobre la naturaleza de las tierras, etc.

Lassone investigó, entre otras cuestiones, sobre el fósforo y acerca de algunas combinaciones del ácido bórico.

Buquet hizo estudios sobre la Química y sus relaciones con la Fisiología y la Historia Natural.

Pott publicó un trabajo sobre el bórax; descubrió el ácido succínico cristalizado por destilación del ámbar.

Marggraf, utilizando el microscopio, señaló la presencia del azúcar en la remolacha; estudió el fósforo y sus compuestos; mejoró la metalurgia del cinc; estudió la composición del yeso, como asimismo compuestos sódicos y potásicos, señalando sus diferencias. Hizo numerosas investigaciones con aguas naturales de diversas procedencias. Para averiguar el hierro utilizó el ferrocianuro potásico y recomendó un procedimiento muy ingenioso para determinar el cloro o la plata, formando el cloruro argéntico, disolviendo en amoníaco, precipitando con mercurio y sometiendo a la acción del calor la amalgama de plata, obteniendo así este metal libre y purísimo. Obtuvo el almizcle artificial tratando el aceite esencial del succino con ácido nítrico concentrado.

Brant obtuvo el arsénico y el cobalto.

Cronsted descubrió el níquel, que lo asemejó al bismuto, y mostró las analogías cromáticas de algunos de sus compuestos

con los del cobre, señalando el hecho de que el hierro y el cinc precipitan al cobre, pero no al níquel, seguramente, por ser muy análogos el níquel y el hierro.

Funck encontró en la blenda el cinc y afirmó que este cuerpo era simple.

Bergmann comenzó sus investigaciones en 1770 sobre el ácido aéreo (carbónico) y preparó aguas minerales carbónicas artificiales. Demostró que el carbónico tenía carácter ácido, por medio del tornasol, y fundamentó la alcalimetría; dió el nombre de aeratos a los carbonatos; observó también la formación de los carbonatos y bicarbonatos de cal y de magnesia, y lo mismo del hierro y manganeso. Asimismo, vió la descomposición de los silicatos alcalinos por el carbónico del aire.

Señaló que el aire estaba constituido por tres flúidos elásticos: "del ácido aéreo libre, en pequeña cantidad; de un aire que no sirve para la combustión; finalmente, de un aire absolutamente necesario al fuego y a la vida animal", que consideró como el aire puro. Recomendó pesar los precipitados en los análisis de aguas y propuso diversos reactivos nuevos, entre los que se hallan: el ferrocianuro potásico, para el hierro; el ácido oxálico, para la cal; el sulfúrico, para las sales de bario; el amoníaco, para el cobre; el nitrato de plata, para la sal marina; el acetato de plomo, para los hígados de azufre.

Preparó el ácido oxálico a partir del azúcar, oxidándole con ácido nítrico, y descubrió el óxido de carbono. Hizo la primera descripción de los ácidos molibdico y wolfrámico, que parece fueron descubiertos al mismo tiempo por Bergmann y Scheele.

Experiencias de gran importancia para la Química moderna.—José Priestley fué defensor contumaz de la teoría del flogisto, e hizo numerosas aportaciones a la Química de los

gases; reemplazó el agua por el mercurio para recoger los gases solubles en agua; halló que la solubilidad del carbónico aumentaba con la presión y que era absorbido por los vegetales bajo la influencia de la luz, los que a su vez enriquecían el aire de aire puro. Obtuvo el óxido nítrico y estudió sus propiedades. Preparó el oxígeno, descomponiendo el minio por las chispas eléctricas, recogiendo el gas desprendido sobre mercurio, que no identificó en dicha experiencia; después lo obtuvo descomponiendo el óxido mercúrico, observando con asombro que una candela, con un punto en ignición, arde en este aire con un vigor extraordinario, dándole el nombre de aire deflogisticado, e hizo diversas experiencias referentes a la respiración y a la combustión; recogió también el gas clorhídrico, preparó el amoníaco gaseoso, el gas sulfuroso; obtuvo el nitrógeno, que designó con el nombre de aire flogisticado, etc.

Guillermo Scheele preparó y estudió el oxígeno, haciendo numerosas observaciones de gran valor experimental, pero que su adhesión a la teoría del flogisto le impidió formar un cuerpo de doctrina. Hizo el análisis del aire. Obtuvo el ácido cítrico cristalizado; descubrió el cloro; señaló la existencia del manganeso; descubrió la barita, el ácido wolfrámico (del cual extrajeron los hermanos d'Elhuyart el Wolfran), el ácido molibdico, el ácido fluorhídrico, el ácido arsénico, el ácido málico, el ácido gálico, el láctico, la glicerina, el ácido úrico, etc.

Antonio Lorenzo Lavoisier.—Esta figura cumbre de la Química resulta que cuanto más se la combate, y además, según los historiadores, justificadamente, quedan más en realce sus méritos. Se le acusa de plagiarlo en unos casos y en otros se rebaja su aportación experimental; unos y otros reconocen su inteligencia poderosa y aprecian su habilidad de operador y se resignan a reconocerle por lo menos el descubrimiento del

principio de la conservación de la materia, que también le niegan algunos, atribuyéndolo a Lomonosof, y, sin embargo, ¿podríamos concebir la Química actual sin Lavoisier o de otro que hubiera hecho sus veces?

No entraremos a discutir de si nos hallamos en el camino perfecto para la adquisición de los conocimientos químicos; pero es indudable que la obra de Lavoisier ha sido, y es todavía, fecundísima en el campo de la Química. En su obra hay contrastes tan dispares, incluso en la expresión, que demuestran tuvo luchas interiores, que le entrenaron en sus combates con el ambiente adverso a su actuación. Su fin trágico es una fotografía de algunos aspectos que presenta la Humanidad. Para más comentarios se impondría conocer todo el proceso de su causa; ignoramos si existe o si se ha publicado; de ser así, no estaría demás su difusión.

Entre las preocupaciones de Lavoisier se señalan tres que estaban íntimamente relacionadas:

1.º, la composición del aire atmosférico; 2.º, aumento de peso de los metales por calcinación; 3.º, insuficiencia de la teoría del flogisto. Parece ser que desde 1770 Lavoisier creía que el aire no era un cuerpo simple; que los metales absorbían durante su calcinación, si no todo, por lo menos parte del aire, y, por último, que la teoría del flogisto era completamente errónea. Opiniones que no manifestó hasta que no tuvo la prueba experimental, que después de numerosos ensayos la encontró, en forma demostrable, con el empleo del mercurio, que presenta la propiedad de oxidarse en contacto del aire con la ayuda del calor, formando el precipitado *per-sé* (óxido mercúrico) y la de desdoblarse éste a una temperatura más elevada, pero fácil de alcanzar, en mercurio y oxígeno.

Demostró que no había diferencias fundamentales entre los

cuerpos considerados como sólidos, líquidos y gaseosos, puesto que un mismo cuerpo puede adoptar las tres formas, por lo que señaló, en lugar de cuerpos, estados: sólido, líquido y gaseoso, según las condiciones en que se encuentren.

Consideró al oxígeno como engendrador de ácidos, indicando que todos los ácidos tienen oxígeno, presentándosele la objeción del ácido clorhídrico, a lo que él contestó que como el concepto de cuerpo simple se limita a considerar como tal a todos aquellos que no se han podido descomponer, existía la hipótesis de que el oxígeno que contenía estaría unido a algo que prácticamente en aquel entonces era imposible de desdoblarse.

No obstante, hay que reconocer estuvo aferrado Lavoisier a interpretaciones erróneas de muchas reacciones de primer grado de demostración y con arreglo a los conocimientos que él podía conocer entonces.

Afirmó que la combustión y la respiración era, todo a la vez, un fenómeno universal, y el índice de un método analítico-sintético.

Según Lavoisier “se produce en toda combustión, un ácido vitriólico, si se quema azufre; fosfórico si se quema fósforo; aire fijo si se quema carbón”; por lo que, según esto, el aire inflamable—hidrógeno—debiera dar, por su combustión, un ácido. El estudio de esta cuestión nos llevaría demasiado lejos. También dedicó su actividad al análisis de las materias orgánicas, ordenando sus experiencias, que todavía son fundamentales, para el análisis químico orgánico elemental.

Juntamente con Guyton de Morveau, Berthollet y Fourcroy, estableció Lavoisier *Los principios de la reforma y del perfeccionamiento de la nomenclatura química*, a los que se han hecho numerosas aportaciones y que han simplificado extraordinariamente los estudios químicos, permitiendo una mejor in-

teligencia entre los diversos investigadores y cultivadores de la Química. De numerosas experiencias dedujo su principio práctico de la conservación de la materia, que tantas garantías ha suministrado, y todavía suministra, a la investigación científica.

Morveau estudió los cementos rápidos; hizo observaciones sobre la materia metálica; investigó acerca del disolvente del cuarzo; trabajó en la fusibilidad de las tierras. Asimismo se ocupó del espato pesado, de la combustión del diamante, etc. Propuso la primera reforma sobre el lenguaje químico.

Berthollet realizó numerosas investigaciones sobre la acción de la afinidad en la doble descomposición de las sales, que fundamentan la ley que lleva su nombre; entrevió la composición del amoníaco; hizo experiencias sobre la naturaleza del ácido prúsico y sus sales; sobre el ácido sulfuroso; descubrió el ácido clórico y la plata fulminante; estudió la combinación de los óxidos metálicos con los alcalís y la cal; publicó un tratado elemental sobre el arte de la tintura y recomendó el cloro para el blanqueamiento de las telas. Su principal obra es la titulada *Ensayo de estática química*, de la cual se han nutrido y fundamentado conquistas muy estimables de la Química de nuestros tiempos.

Fourcroy es considerado como uno de los mejores divulgadores que ha tenido la Química; su obra *Sistema de conocimientos químicos* fué estimada en alto grado.

Cavendis se le estima como el descubridor del hidrógeno, por el gran número de experiencias, que hizo con dicho gas, obteniendo también el agua sintéticamente. Averiguó la composición del ácido nítrico.

Davy ensayó las propiedades del protóxido de nitrógeno; ideó la lámpara de los mineros. Por medio de la pila de Volta,

descubrió el potasio y el sodio, a los que reputó como metales, y señaló un nuevo procedimiento de análisis, con el cual Berzelius y Pontin descubrieron el bario, el estroncio y el calcio. La fecundidad del método es extraordinaria.

Principio de la conservación de la energía.—En el año 1842 apareció publicada una Memoria de un médico alemán llamado R. Mayer, que tenía el título *Sobre las fuerzas de la naturaleza inorgánica*, en la que se encuentra, por vez primera, la palabra de equivalente aplicada al calor desarrollado por la compresión de un fluido elástico. El calor es igual a un efecto mecánico decía Mayer—independiente de la naturaleza del fluido elástico, no siendo éste más que el instrumento por medio del cual una fuerza se convierte en otra.

Un ingeniero inglés, Mr. Joule, de Manchester, publicó en 1843 un trabajo *Sobre el valor mecánico del calor*, aplicando la teoría dinámica a los fenómenos vitales.

Desde 1842 a 1843 Mr. Grove se propuso establecer, en unas lecciones dadas en la Institución Real de Londres, que “el calor, la luz, la electricidad, el magnetismo, la afinidad química y el movimiento son correlativos en una mutua dependencia; que ninguno de ellos puede, en un sentido absoluto, ser la causa esencial de los otros; pero que cada uno de ellos puede originar los otros o convertirse en ellos; así el calor puede, mediata o inmediatamente, producir electricidad; la electricidad puede producir calor, y así los otros, cada uno desaparece a medida que se desarrolla la fuerza que él produzca”.

Luego se publicaron tres Memorias de R. Mayer, en las que éste desarrollaba sus ideas primarias, que había expuesto en 1842. La una apareció en 1845, con el título de *Die organische Bewegung mit dem Stoffwechsel* (El movimiento orgánico

en relación con la transformación de la materia); la otra, en 1848, la titulaba *Beitvæget zur Dynamik des Himmels* (Documento para utilizar en la mecánica del cielo), y la última se publicó en 1851 y la denominó *Bemerckungen über das mechanische æquivalent der Waerme* (Observaciones sobre el equivalente mecánico del calor).

En ellas aparecen: "que toda producción de calor exige un cierto gasto de fuerza o *cantidad de trabajo*, sea químico, sea mecánico. Se mide la cantidad de calor producido determinando el número de kilogramos de agua que la fuerza gastada podrá hacer subir en un grado al termómetro centígrado", y toma por unidad de calor, que llama *caloría*, "la cantidad de calor que eleva un grado centígrado a un kilogramo de agua". Que todo trabajo mecánico puede ser evaluado, cuantitativamente, por un peso que este trabajo eleva a una cierta altura. También estudió los orígenes de la energía solar. Sobre la obra iniciada por R. Mayer y Joule hicieron trabajos notabilísimos Clausius, William Thomson, Holzman, Kirchoff, Rankine, Regnault, Hirn, Tydall, etc.

ESTAMPA IV

Factores de influencia destacada en la economía inglesa del siglo XIX.

Se presta a muchos equívocos pretender adivinar las estructuras económicas que adoptarán los diversos países en lo que resta de este siglo y en el porvenir, puesto que se desconocen muchos factores, por lo menos en su intensidad y por el sentido cuantitativo que han de representar, sin pensar en la aparición de otros nuevos que de por sí o por sus articulaciones con otros habrían de dificultar, todavía más, las consecuencias de la inducción. Ahora bien, puede señalarse una ruta por la influencia más o menos determinada del pasado con el futuro a través del presente, no obstante de que pueda resultar prematuro el enjuiciamiento general a tan corta distancia de las actividades de una nación en el siglo XIX. No hemos de pretender abarcar, sino fijar algunos rasgos que nos interesan en el desarrollo de estas consideraciones.

Parece que toda la investigación de grandes aplicaciones inmediatas que se verificó hasta finales del siglo XVIII y principios del XIX fueron a engrandecer de un modo excepcional el poder de Inglaterra, que fué manifestado en formas de hegemonía, de un modo indeleble, durante casi toda la centuria pasada y a principios de ésta. Nosotros no regateamos los elogios merecidos a los ingleses, que, entre otras cosas, puede afirmar-

se fueron capaces, en gran medida, de utilizar lo que la civilización puso a su disposición en consonancia con su situación, con su geología, con sus problemas políticos y su entrenamiento social. La justicia exige manifestar la participación tan grande que los investigadores ingleses poseen en los hallazgos científicos modernos.

El considerar que una economía sea cerrada o abierta depende de muchos puntos de vista, y no vamos a exponer aquí si la práctica justifica las definiciones completamente o si pueden ser manifestaciones de equilibrios sociales según predominen una fase u otra. Tampoco estaremos graduaciones sucesivas, etc. Pero sí cabe la posibilidad de utilizar simbolismos de cosas que no habrá dificultad permanente para ser y representar una concreción; a la inversa, podremos decir de expresiones conceptuales.

La armada inglesa, la maquinaria inglesa, los tejidos ingleses, el oro inglés, el carbón inglés, todo esto, ganó el rango de los tópicos. No pretendamos decir algo nuevo al reducirlo en una primera aproximación, al carbón, y más concretamente, a uno de los carbones fósiles, a la hulla, que atesoró y posee en su territorio Inglaterra.

Los problemas de la máquina de vapor para su rendimiento tienen, como cuestión previa, la producción de vapor de agua, cuyos dispositivos (calderas de vapor) se idearon, de tal forma, que su funcionamiento era ligado a que los hogares de las mismas fueran alimentados, de preferencia, con hulla inglesa; de tal suerte fué así, que somos los españoles testigos de mayor excepción, pues es sabido que los barcos de la armada nacional han funcionado durante más de un siglo con carbón británico.

En esta situación de privilegio, sus calderas, por lo menos,

y, en multitud de ocasiones, las máquinas inglesas, eran la garantía para el comprador del buen funcionamiento de lo que adquiría. Indirectamente, también tuvo privilegio de la utilización de la energía eléctrica, sobre todo en aquellos países que, carentes de saltos de agua o sin construir, utilizaban la fuerza elástica del vapor de agua como manantial de energía mecánica que habría de accionar las dinamos, etc.

Por otra parte, la metalurgia del hierro, se limitó durante muchísimos siglos a obtener hierros maleables y aceros, sin llegar a los fundidos, salvo en casos especiales, que eran tropezos de la industria, que había que evitar, y aunque historiadores antiguos señalan el empleo de la hulla (1) en épocas remotas, el procedimiento de beneficio del hierro era a base de carbón vegetal, cuya reminiscencia más extendida es el procedimiento llamado de la *forja catalana*, por lo que los centros importantes de producción de hierro solían radicar dentro de espacios hechos en los grandes bosques, en cuya industria intervenían los gremios de los forjadores selváticos y los gremios de los carboneros.

Llegó un momento que la producción no daba abasto a las demandas del consumo, escaseando las posibilidades de obtener productos de remuneración, porque los bosques se agotaban y el transporte de los minerales de hierro se hacía cada vez más difícil. Se creyó posible contrarrestar la desventaja aumentando el tamaño de las forjas de un modo extraordinario, mas para ello los fuelles con que inyectaban el aire resultaban de escasísima potencia, pues eran accionados por hombres y animales, apareciendo ya en el siglo XIV los inyectores de aire accionados por corriente de agua, originándose el traslado de

(1) Teofasto.—*Tratado de las piedras*. Loc. cit.

la industria desde los bosques a las márgenes de los ríos, corrientes fluviales que también podían ser utilizadas para el transporte del carbón vegetal, iniciándose, al mismo tiempo, la transformación de la siderurgia por la aparición de la fundición en cantidades que precisaban darles una aplicación.

Es indudable, que por la mayor cantidad de aire inyectado, se tuvieron también temperaturas más altas, y por el tamaño de los dispositivos, juntamente con el contacto del producto de las reducciones con el carbón, se favorecía la disolución de éste en el hierro, con el consiguiente descenso en el punto de fusión, saliendo del horno hierro líquido, que dejaban enfriar para su solidificación, en lugar de las clásicas *zomorras*. Los productores de hierro se encontraron que el nuevo producto no poseía las propiedades maleables que las zamarras, por lo que se consideró era un hierro sucio que había que purificar, estableciéndose el afinado del hierro bruto. Se hizo una observación, quizás para aquel tiempo de trascendencia muy limitada: que la fundición obtenida en estado líquido se solidificaba en moldes que reproducía en su forma, sacando la conclusión de que el hierro llamado fundido, ocupaba en estado líquido, menos volumen que en estado sólido.

El descubrimiento de la máquina de vapor y su aplicación cada vez más extendida exigía cantidades exorbitantes de hierro en relación con las cifras de producción en aquel entonces, resultando insuficientes los medios de fabricación que se utilizaban para dar abasto a la demanda; mas se encontró en las mismas máquinas de vapor un auxiliar poderoso, pues con ellas fué posible accionar inyectores de más potencia, hacer los hornos más altos y mecanizar gran número de las múltiples operaciones complementarias. Consecuencia de ello fueron las instalaciones de gran envergadura, que, por estimarlo conve-

niente, fueron situadas en los centros productores de carbón, y como en Inglaterra empezaron a escasear los bosques, se obtuvo la dificultad incrementando el consumo del carbón mineral en la siderurgia; pero también en forma tan condicionada que precisamente era necesario emplear el producto de la calcinación de la hulla fuera del contacto del aire, que es un residuo compacto, es decir, el cok. Llamándose, el de determinadas características, metalúrgico, que igualmente resultó de calidad más estimada, el que provenía de la hulla inglesa. Al mismo tiempo, se obtuvo el gas del alumbrado, breas y alquitranes, sales amónicas, etc.

Por lo expuesto resulta: la industria de vapor intervenida por Inglaterra en gran parte, juntamente con la del hierro, con la de los transportes, y las consecuencias de todo esto, que sería muy largo de enumerar.

La economía de los fletes ingleses para la importación resultaba, no tan sólo de una mejor organización debida a un primer aprendizaje y a su entrenamiento en el arte de navegar, sino porque tenía asegurada la compensación fletaria por el transporte inicial de su mercancía de cambio: el carbón.

Sería injusto silenciar los nombres de Bessemer, Siemens, los hermanos Martin y Thomas, que tanto han contribuido en la producción siderúrgica. La confirmación de lo anterior se halla en el resquebrajamiento producido en la firmeza de la economía inglesa con la aparición de los dispositivos accionados por el petróleo y sus derivados, al mismo tiempo que el sentido nacionalista de diversos países y otras modalidades del principio de acción y reacción iban formando los parapetos, para la contención primero, y, luego, bases de ataque contra la hegemonía británica. Por lo que tiene de instructivo con los fines de este acto y por el sentido de equidad que debe animar la vida

universitaria, hemos de hacer realce de las virtudes de Inglaterra, que hace tiempo, por dicha suya, resolvió el gran problema inicial de los pueblos: el de encontrar bases para la convivencia nacional frente a las dificultades económicas y de diversos órdenes que le conturban. Inglaterra, más consciente de sí misma que los pueblos extraños que la juzgan, vió que su fuerza se iniciaba en sí misma, que su poderío colonial arrancaba de algo que ella tenía y que en la ponderación que el vivir hace a través del tiempo se impone el progreso real, por lo que se vió expuesta a pasar de la hegemonía económica disfrutada a una situación de dependencia en lo futuro, en virtud de la aparición de otro elemento de cambio considerado como de mayor estimación, es decir, el petróleo. Ante esto se le presentaron diferentes sendas a explorar, entre las que se hallan: 1.ª, una utilización inmediata de sus carbones en forma ventajosa para la competencia, por ejemplo, transformando la energía calorífica en eléctrica y recogerla, por decirlo así, en acumuladores para utilizarla después; 2.ª, adquirir yacimientos de petróleo, y 3.ª, intentar convertir sus carbones en petróleo, ya que éstos no son, en su composición material, más que carbón e hidrógeno, cuerpo éste que el agua puede proporcionar.

La primer solución presenta múltiples inconvenientes, siendo el principal la escasa cantidad de energía eléctrica que se puede almacenar en relación con las miras de la transformación; la segunda—iniciada con adquisiciones de yacimientos petrolíferos y con el mandato a ella conferido por la Sociedad de Naciones sobre el Irak—no la satisfacía porque conoce muy bien los inconvenientes de poseer los caudales fundamentales, muy lejos de la metrópoli. Ensayó la tercera, basada en pasajes de la investigación de aquel genio francés de la Química que se llamó Marcelino Berthelot, grande hombre de ciencia,

a pesar de la barrera que parece establecer, en la investigación química, con el célebre principio del trabajo máximo.

Veamos el proceso de esta solución. Berthelot sometió a la acción del hidrógeno naciente carbón pulverizado y observó se producían compuestos de carbón y de hidrógeno, llegando a obtener lo que genéricamente se conoce con el nombre de petróleos, que son simples mezclas de hidrocarburos, en las que existen algunos tipos líquidos. Si se fraccionan petróleos se obtienen diversos productos que presentan características especiales apropiadas para usos determinados. El fraccionamiento se hace por medio del calor; mas los petróleos naturales tienen diversas sustancias que interesa eliminar para la consecución de un mejor aprovechamiento. Ambas cosas, se verifican, en las instalaciones que se conocen con el nombre de *refinerías de petróleos*.

Al verificar el fraccionamiento de los petróleos naturales por medio del calor, se han observado multitud de fenómenos, entre los cuales se encuentra el llamado *Cracking*. Diremos de un modo esquemático, que en él, se produce un enriquecimiento de hidrógeno de una parte del petróleo, mientras que otra se empobrece, por lo que, según lo que acabamos de indicar, se llegaría a obtener en los límites extremos—y sin tener en cuenta otras circunstancias modificadoras—, por una parte, carbón, y por la otra, hidrógeno.

En la práctica se producen carburos muy ricos en hidrógeno y carbón poco hidrogenado, encontrándose además sustancias intermedias. Esto conduce a la necesidad—para lo que se pudiera llamar aprovechamiento integral del petróleo, con fines, en la actualidad, más estimados—de suministrar una cierta cantidad de hidrógeno durante la destilación para evitar o disminuir las cantidades de lo que se llama cok del petróleo, etc.

Es decir, industrializar las experiencias de Berthelot (los carbones se consideran hoy como hidrocarburos muy pobres en hidrógeno).

Siempre fué interesante en la industria lo que se llama cifra de fabricación, y en estos tiempos de las unidades en grandes series, todavía más. Si se reproduce la experiencia del químico francés no se percibe gran ilusión al pensar en la necesidad de obtener cantidades exorbitantes de petróleo por unidad de tiempo y en condiciones para la competencia.

Otros de los grandes elementos de cambio, en la economía mundial, han sido las materias fertilizantes, entre ellas el nitrato sódico, que también se utiliza en la fabricación del ácido nítrico, materia prima, a su vez, para la preparación de sustancias colorantes, explosivos, etc., habiendo sido abastecidos los mercados mundiales, durante mucho tiempo, a base de lo extraído en los yacimientos de Chile, juntamente, en épocas recientes, con el sintético, obtenido en las naciones septentrionales de Europa. Cuando la guerra europea, se halló Alemania bloqueada, encontrando grandes dificultades para aprovisionarse de nitrato, que necesitaba para la preparación de explosivos. Los químicos alemanes obtuvieron el ácido nítrico oxidando el amoníaco, y aunque éste lo producían en gran cantidad en las destilerías de sus carbones, no era suficiente para lo que necesitaba el pueblo alemán. Se conocía una reacción para la formación sintética del amoníaco (compuesto de nitrógeno e hidrógeno), cuyo rendimiento era muy escaso, y que consistía en la unión del nitrógeno, que se encuentra en la atmósfera en cantidades fabulosas, con el hidrógeno, que, como dijimos antes, forma el agua combinado con el oxígeno. Se utilizaba para conseguirlo el calor desarrollado en la chispa eléctrica, inter-

viniendo posiblemente también, en el proceso, acciones de carácter eléctrico.

Según vemos, hay manantiales de sustancias primas, para la síntesis del amoníaco, en gran abundancia, mas precisaba disponer del procedimiento que permitiera la realización del empeño en grande escala. Se hicieron numerosos estudios, aplicando grandes presiones y temperaturas muy elevadas en juegos distintos, y se pensó en utilizar algo ensayado en la obtención del ácido sulfúrico por el procedimiento llamado de contacto, que había proporcionado resultados suficientes para su generalización. Me refiero al empleo de lo que se llaman catalizadores, cuyo estudio inicial se remonta a Berzelius, con sus célebres experiencias sobre el agua oxigenada.

Con la modificación indicada se ha conseguido estar en condiciones de producir cantidades de amoníaco superiores a las de las necesidades del consumo.

Utilizando estos antecedentes, Bergius empezó unos trabajos sobre la reacción de Berthelot, suscitando tanto interés que hubo, en su laboratorio, a modos de embajadas de distintos países, estando España ausente (1). A propósito de esto, publicamos en un periódico de Madrid, algún artículo, el año 1925. Diremos que en plena *débâcle* monetaria dedicó Alemania a las experiencias de Bergius doce millones de marcos oro. Los resultados fueron tan interesantes que se trató de construir fábricas para producir petróleos sintéticos, incluso en los Estados Unidos de América.

Inglaterra no ha estado exenta de estos estímulos que tan-

(1) En los laboratorios de Química Orgánica de la Universidad Central, que dirige el profesor D. Luis Bermejo, se están verificando recientemente hidrogenaciones de carbones, juntamente con estudios de petróleos y de aceites vegetales, con destino a carburantes.

to podrían afectarle, y sus grandes empresas, que bucean en el porvenir, dedicaron grandes sumas y grandes cuidados a investigaciones de ese tipo, obteniendo pruebas, al parecer tan extraordinarias, que, según las revistas profesionales y la prensa diaria, se ha proyectado construir en Inglaterra una fábrica para petróleos sintéticos de una potencia de producción tan grande que incluso podrá iniciar una exportación de sus carbones en forma de gasolinas, fuel-oil, etc., afirmando una vez más, lo que puede la voluntad de un pueblo, en buen concierto, para resolver sus problemas fundamentales.

Elementos de cambio de las economías de Alemania y Francia.—Alemania tuvo sus elementos de cambio en la preparación de productos químicos, en las materias colorantes, en los abonos potásicos, en su maquinaria eléctrica, en su material científico, etcétera, etc., es decir, en su capacidad y organización para el trabajo.

Francia, cuyas ideas se desbordan por el mundo y que no siempre aprovechó las cosechas recogidas con las semillas que esparció, tuvo el elemento de cambio en su aptitud para el ahorro, que pudo realizar porque la naturaleza se mostró pródiga con ella, como lo atestiguan sus llanuras, saciadas de humedad por el privilegio de sus ríos, situados, cual si diestramente hubieran calculado la posición de ellos, en estrategia económica. Los pueblos francés y alemán han suministrado a la humanidad gran número de personalidades que ocupan lugar preeminente en la obra de colaboración social en sus múltiples aspectos.

ESTAMPA V

Ambiente español. Aportación modesta para la orientación en la solución del problema azucarero en España y de otros que le son anejos.

España, ante cuyo nombre mágico se estremece nuestro ser, dió todo y se quedó... en el más completo de los olvidos; hizo tantas cosas, que las hay para que cada español nos consideremos como centros de un sistema planetario; sin embargo, a pesar de haber existido individualidades de perfiles bien señalados, nos encontramos casi ausentes de las antologías que registran o pretenden registrar las aportaciones de las naciones a la vía del progreso. Dice Ford que los ajustes de una diezmilésima de pulgada en las piezas de las máquinas tienen una gran importancia en la vida social. ¿Qué trascendencia no habrán tenido los hechos hispanos que descubrieron un nuevo mundo para la civilización? Mas de igual manera que la expansión de un gas comprimido y caliente, en sus ansias de esparcimiento molecular, es capaz de producir, en sí mismo, grandes descensos de temperatura, la expansión española en América nos dejó en un estado, de soledad tal, que es maravilloso nos podamos contar. Mientras, la energía transmitida fué suficiente para que germinaran gran número de pueblos, que en su desarrollo espléndido se convertirán en testigos excepcionales de la grandeza española ante los siglos futuros.

La configuración de la Península Ibérica fué causa pudiéramos resistir a la esclavitud que, en formas variadas, quisieron prodigarnos los pueblos más diversos; también es fundamento del aislamiento que vivimos, creando una psicología especial para la convivencia..., convivencia que no ha tenido lugar sino por causas tan altas que no pudieran ser disimuladas, ni por altiplanicies ni por las más escarpadas cimas. Entonces, si aparecieron los lazos fortísimos que ligan a los españoles de corazón a corazón y de inteligencia a inteligencia; entre tanto, la estupidez, juntamente con la envidia—epidemias de la ignorancia—, se apoderó de nosotros, causando enormes destrozos, sin tener en cuenta que el bien que nos rodea influye en nuestro bienestar; por eso, la crítica no es meditación ante un hecho, una idea, etc., y sus consecuencias, sino disputa encarnizada que nos lleva a las mayores aberraciones, como las guerras civiles del pasado siglo, verdadero delito de fraternidad humana. Como es natural, no han faltado propios y extraños que han cuidado de la perduración de la epidemia.

Hora es de que nos estudiemos a nosotros mismos y que pensemos se obtienen las grandes resonancias por acumulación de los pequeños efectos y que, con todo lo grandes que nos supongamos, no debemos creer a Viriato, pongo por caso, capaz de descubrir y colonizar un mundo, como lo hicieron los Reyes Católicos, no porque hubiera distinción entre personas, sino porque el exponente del poderío español, en cultura, población, etc., era muy distinto en ambas ocasiones. Así, ahora debemos de preocuparnos de trabajar para adquirir tensión suficiente y podamos impedir el abordaje, que ínterin la humanidad no evolucione, es tentativa de someter al agredido y aspirar, en cambio, a que nuestra tensión nos permita radiar lo

que siempre hicimos cuando pudimos—pese a la leyenda negra—: grandes caudales de vida, amor y cultura.

Aportación modesta para la orientación en la solución del problema azucarero en España y de otros que le son ajenos.— Lo que vamos a exponer en relación con algunos aspectos de los problemas agrícolas de España con la industrialización de Canarias y con la Universidad de este archipiélago, no estimamos contenga las soluciones pertinentes, sino una orientación para que se estudien serenamente estas y otras cuestiones, en la seguridad que aportando cada cual buena voluntad y su esfuerzo, resultará, de la acción conjunta, gran beneficio para el país, eliminando los obstáculos de incompatibilidad aparente, que han sido el motivo fundamental de los desastres que hemos sufrido.

Problema azucarero.—Uno de los apoyos más importantes de la economía española es la producción agrícola de cultivos comunes, que se debate entre la atonía y el espasmo trágicos, de la cual nos vamos a ocupar someramente. Vuestras plataneras, verdaderos vergeles de tipo distinguido, y las poderosas huertas valenciana y murciana, requieren meditación especial.

La situación del agro español, en su mayoría, se caracteriza por no ofrecer al campesino una remuneración, no solamente compensadora de su esfuerzo, en medida estimulante, ni siquiera de compensación fija, aunque modesta, con alguna garantía. Refiriéndonos al trigo, por ejemplo, resulta que, si la cosecha fué mala, tiene que sufrir el labrador las consecuencias de la escasez, y si se cosechó en abundancia, aparece la depreciación. Con el vino ocurre cosa análoga: angustia ante las epidemias, pedriscos, etc., que arrasan los frutos, y aun reco-

giendo grandes cantidades de ellos, hay que esperar a que Francia nos compre nuestros caldos.

Por eso se extendió el cultivo de la remolacha a raíz de la pérdida de nuestras colonias, dedicándose todos los labradores, que podían hacerlo, a poner sus tierras en condiciones para el nuevo cultivo, ya que proporcionaba rendimientos compensadores del esfuerzo y con cierta garantía de seguridad. Claro es, que a la intensificación de la producción remolachera ha contribuído grandemente la asociación, al problema del campo, de intereses financieros e industriales.

Llega el momento en que va a incrementarse el número de hectáreas cultivables de regadío, y es preciso buscar soluciones para el esfuerzo que se ha de aplicar en las nuevas labores, pensándose inmediatamente en el cultivo de la remolacha, por la experiencia adquirida, como una de las soluciones fundamentales..., y, en este instante, aparece el hecho de la saturación en azúcar del mercado español. Se provocan conferencias, se discuten intereses, pero el problema sigue sin resolverse.

A propósito de lo que vamos a decir en relación con esta cuestión, insisto una vez más en que no pretendo dar solución para el problema, sino la aportación, quizá insignificante, para una orientación que puede conducir a obtener resultados satisfactorios, si, los que pueden hacerlo, la estiman oportuna y la prestan los medios eficaces para su realización.

La remolacha, planta en la que descubrió Marggraf (1), utilizando el microscopio, contenía sacarosa, no solamente elabora azúcar, sino otra porción de substancias que pueden componer un alimento muy nutritivo. De ella solamente se utiliza,

(1) Las experiencias de Marggraf fueron publicadas en el 1745. Loc. cit.

con tales fines, el azúcar, siendo las manipulaciones que integran el proceso industrial muy dispendiosas. Uno de los productos que también resulta de la industria azucarera son las melazas, que no sirven como alimento a causa de su mal sabor y de su mal olor. (Algunas cantidades se han dedicado a ensayos para alimento del ganado, pero no se ha generalizado por las razones apuntadas.)

Los estudios que hicimos hace algún tiempo sobre sales alcalinas permitieron hallar diversos reactivos nuevos de precipitación de los iones potasio y amonio, entre los que se encuentra el ferrocianuro cálcico, y como una de las causas, que impide la cristalización del azúcar de las melazas, es la presencia de las sales potásicas y compuestos amónicos, aplicamos el resultado de nuestras investigaciones a la cristalización de la sacarina contenida en las melazas de la industria azucarera, que tiene por materia prima la remolacha. Los resultados obtenidos se publicaron en varias revistas. Naturalmente, que señalar esta solución, estando saturado el mercado en azúcar—aunque la saturación sea debida a precios altos, etc.—no sería correcto. Pero si abordamos la cuestión, desde un punto de vista más alto, que nos permita vislumbrar otros horizontes, puede ser buena orientación para resolver el problema. En vez de ir a obtener lo que podemos llamar un alimento sencillo, como el azúcar, se debe estudiar la preparación de diversos alimentos compuestos que puedan ser útiles para los animales y para el hombre, ya que, entre las causas que producen la repugnancia de dichas melazas para la alimentación, se hallan las sales potásicas y amónicas, que, con nuestra solución, pueden ser eliminadas fácilmente, existiendo además la ventaja de substituir dichos elementos por el calcio, tan recomendado en los productos reconstituyentes. Podrían ser objeto del fin indicado, ade-

más de las melazas, productos últimos de los jugos azucarados, estos mismos jugos, en diferentes fases del proceso industrial. El caso es que la remolacha está considerada como una de las plantas que el pueblo señala como *esquilmodora* de la tierra, por lo que no sería difícil hacer llegar al conocimiento primero y luego al convencimiento del mismo, de la bondad de los nuevos alimentos, después que la técnica diera su aprobación (1). Supuesto realizado lo indicado, no creemos sea ilusorio admitir la posibilidad de cultivar remolacha en áreas de terreno más amplias que las actuales.

Las melazas se dedican hoy en nuestra Nación a la obtención del llamado alcohol industrial, previa su conversión en azúcar fermentescible, habiéndose instalado fábricas alcohólicas que son, muchas veces, filiales de las azucareras, estando en su mano la influencia sobre el mercado alcohólico, ya que son centros de grandes concentraciones de cifras de fabricación en relación con las destilerías modestas, y crean una competencia al llamado alcohol vínico. Desde luego, sus intereses son muy respetables, existiendo la obligación de un cuidado muy exquisito para con las organizaciones económicas de los fabricantes del alcohol llamado industrial y con las de los viticultores y vinicultores, que aparecen como economías incompatibles. Asimismo, aparece una cierta incompatibilidad entre los intereses de algunas sociedades industriales para la obtención de azúcar y los labradores, agudizándose todavía más las diferencias entre regiones y consorcios agrícolas e industriales. Respecto a esto último, ya hemos señalado antes nuestra solución, mejor dicho, el camino de una solución, si, como expusimos al

(1) Conviene recordar las campañas que hizo Parmentier para que se aceptase la patata como alimento.

señalar estas cuestiones, los que pueden hacerlo la apadrinan, mejorándola o modificándola, pero siempre que estén animados de buscar un acuerdo. En relación con los alcoholeros y viticultores, también creemos que lo apuntado antes resuelve este y otro problema del que luego hablaremos, de un modo indirecto.

Utilizando las melazas con azúcar de remolacha para la alimentación, se privaría a las alcoholeras de la materia prima, razón de su existencia actual. Ahora bien, se puede cultivar maíz, arroz, patatas, mijo, etc., para destinarlas a la producción alcoholera, y antes de hacer esto, podrían establecerse las medidas pertinentes para señalar de un modo eficaz el destino del alcohol industrial frente al alcohol que procede de la fermentación del mosto de la uva, en forma que queden garantizados los intereses de los vinicultores y viticultores; y como podrá obtenerse un alcohol más económico a base de los cultivos que hemos indicado, será llegado el momento de pensar en resolver el problema del *carburante nacional*, hoy de solución química, al precio que alcanzan los alcoholes.

Sabido es que una cifra que pesa mucho en nuestra balanza comercial es la importación de combustibles líquidos, problema que tienen todos los países que no poseen yacimientos de petróleo, y aunque ya nos referimos a esta cuestión al hablar en esbozo de la economía inglesa y las soluciones que se están adoptando, diremos que un modo de paliar diferencias, intentado por varios países, es el del carburante nacional, o sea elaborar mezclas en las que intervengan productos importados y productos nacionales, con la doble ventaja de disminuir la importación y dar salida a productos del país. Parece ser que una de las mezclas que ha dado mejores resultados ha sido, para los motores y automóviles, la mezcla hecha a base de partes

iguales de gasolina y de alcohol. Pero, si se tiene en cuenta, que la gasolina se vende a menos de setenta céntimos de peseta el litro y que la misma medida de alcohol rebasa muchas veces el de dos pesetas, se comprenderá fácilmente la dificultad de utilizar dichas mezclas. En cambio, obteniéndose alcohol a bajo precio, como podría conseguirse si para ello hubiese buena voluntad por parte de todos, entonces sería una solución que se impondría. Debemos hacer mención de las experiencias hechas también por Bergius de industrializar la conversión de la celulosa, por hidratación, en glucosa, o sea en azúcar fermentescible, y, por tanto, capaz de originar el alcohol.

Obsérvese que al obtenerse alcohol de otros productos vegetales podría incrementarse el cultivo de vegetales de aplicación remuneradora.

Adjuntamos un cuadro, en el que se señalan rendimientos y costos de la obtención del alcohol industrial por varios procedimientos, como asimismo cuadros de análisis de melazas.

ANÁLISIS DE MELAZAS DE AZÚCAR BRUTO, DE REFINERÍA Y RESIDUALES ⁽¹⁾.

	Melazas de azúcar bruto.	Melazas de refinería.	Melazas residuales.
	—	—	—
	<i>Per 100.</i>	<i>Per 100.</i>	<i>Per 100.</i>
Substancia orgánica	90.80	90.00	94.74
Cenizas libres de ácido carbónico.....	9.30	9.10	5.30
Azúcar total (como azúcar de caña).....	64.30	61.60	63.10
Rafinosa	"	"	15.10
Nitrógeno total.....	2.15	2.01	0.60
Nitrógeno albuminoide.....	0.10	0.07	0.05

Según E. v. Wolff la composición de las cenizas sin ácido carbónico está comprendida entre los siguientes valores:

	Máximum.	Promedio.	Mínimum.
	—	—	—
	<i>Per 100.</i>	<i>Per 100.</i>	<i>Per 100.</i>
Potasa	72.74	69.85	66.15
Sosa.....	15.86	12.17	9.42
Cal	7.09	5.70	9.37
Acido fosfórico.....	0.80	0.60	0.23
Acido sulfúrico.....	2.56	2.04	1.59
Cloro	11.32	10.26	8.51

(1) Stohmann.

MELAZAS DE CAÑAS DE AZÚCAR.

	Composición según Saare.	Composición según Ellrodt.
	Per 100.	Per 100.
Agua	26.50	16.40
Cenizas	3.20	6.66
Azúcar de caña	35.30	37.54
Azúcar invertido	19.80	24.80
Nitrógeno	0.45	"
Otras sustancias orgánicas.....	18.40	"

MATERIAS PRIMAS, COMBUSTIBLE Y ENERGÍA ELÉCTRICA PARA OBTENER UNA TONELADA DE ALCOHOL ORDINARIO.

MATERIAS PRIMAS	Primeras mate- rias.	Carbón.	K W h.	m ³ Hidrógeno.
	Toneladas.	Toneladas.		
Ca C ₂ (Cloruro de calcio).....	2.5	0.5	10.7	6.50
Etileno.....	1.0	0.5	"	"
Patatas.....	12.0	2.5	"	"
Granos.....	4.5	2.0	"	"
Remolacha azucarera	15.0	2.0	"	"

ANÁLISIS MÁS DETALLADO DE 100 PARTES DE MATERIA SECA REAL DE LAS MELAZAS DE LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR BRUTO (1).

	Mínimum.	Máximum.	Promedio.	
Cenizas carbonatadas.....	10.98	13.18	12.08	
Cenizas limpias.....	7.83	9.41	8.62	
No-azúcar orgánico, calculado sobre las cenizas limpias.....	28.47	32.53	30.50	
No-azúcar orgánico.....	3.41	4.06	3.73	
Nitrógeno total.....	2.22	2.62	2.42	
Nitrógeno albuminoide (Stutzer).....	0.13	0.29	0.20	
Râmpier {	Nitrógeno albuminoide, peptónico y propectónico.....	0.07	0.18	0.12
	Nitrógeno albuminoide y propectónico.....	0.05	0.09	0.07
	Nitrógeno peptónico.....	0.01	0.11	0.06
Nitrógeno total precipitable por el fosfowolframato sódico.....	0.59	0.94	0.76	
Nitrógeno amoniacal fd. fd.....	0.07	0.09	0.08	
Nitrógeno betainico (diferencia entre ambos).....	0.51	0.88	0.69	
Nitrógeno amídico y amoniacal (Schubre).....	0.05	0.08	0.06	
Nitrógeno nítrico.....	0.02	0.09	0.05	
K ₂ O.....	6.20	7.07	6.63	
Na ₂ O.....	0.72	1.41	1.06	
CaO.....	0.09	0.22	0.15	
MgO.....	0.05	0.21	0.13	
Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	0.01	0.11	0.06	
P ₂ O ₅	0.01	0.10	0.05	
S O ₂	0.15	0.65	0.40	
Cl.....	0.18	0.48	0.33	
Acidos solubles en el éter.....	5.65	7.07	6.62	

(1) Ullmann, 7. IV.

ESTAMPA VI

Industrialización de Canarias.

Muy lejos de nuestro ánimo se halla la pretensión de tener normas irrefutables para conseguir el propósito enunciado, porque, además de ser vana, resultaría inadecuada en un país que tiene tantos individuos destacados y con gran preparación para estas cuestiones, con un espíritu que bien lo patentiza el progreso del Archipiélago. Se reduce nuestro designio a exponer puntos de vista que ni siquiera son originales, aprovechando esta oportunidad para afirmar, una vez más, cuál debe ser una de las modalidades de la función universitaria.

Una cuestión previa habría necesidad de resolver, y es la respuesta a la pregunta de ¿qué se entiende por industrializar un país?

Difícil es satisfacer la demanda, mas nosotros podremos contentarnos con admitir sea *«la mejor utilización de los medios que se dispongan o se puedan disponer para el beneficio de límites restringidos y del común»*. No hay que confundir la industria con el maquinismo, siendo éste uno de los factores de aquélla, aunque de gran importancia.

Plantear la industrialización de una región, como si fuera un teorema, es muy expuesto a errores, porque es uno de tantos problemas que se relacionan con la vida, y sabemos

todos las dificultades casi insuperables que ello encierra. En cambio, muchas veces es posible señalar, con algún acierto, la trayectoria recorrida en la evolución de un pueblo, encontrando en ello, por relaciones geométricas, apoyo para proyectos limitados, porque inmediatamente aparecen los imponderables actuales o en potencia, que no sólo matizan sino que abundan los casos en que imprimen carácter.

Con las salvedades hechas vamos a entrar en el fondo de la cuestión.

La economía Canaria se manifiesta por un corto número de facetas, entre las que sobresale la agricultura, con escaso número de cultivos, pero extraordinariamente destacados, figurando en primera línea el del plátano. Según la historia que conocemos, estos casos de singularidad ya se manifestaron aquí con los vinos y con la cochinilla, existiendo en el país recuerdos que permiten interpretar en todo su alcance lo que dijimos del carbón respecto a Inglaterra. Mucho se han mencionado las posibilidades de asentar la economía isleña sobre bases más amplias, por si llegara la decadencia del beneficio actual no pasar de la peregrinación del desierto a los sueños de maravillas; señalándose, entre otras soluciones, las industrias de posición, de transformación previa, etc., etc., con destino a Europa, América y al Africa. A esto nada tenemos que oponer, y además participamos del mismo optimismo. Para nuestro entender, la dificultad estriba en la iniciación; porque hace falta una visión, un entrenamiento y un desplazamiento para asuntos complejos por su número y engranajes.

Desde luego, la energía eléctrica se vende a altos precios en Canarias por razones que no vamos a discutir. Al pensar en industrias de tono elevado, se necesitan posibilidades de adquirir o de producir energía eléctrica o su equivalente, a

precios que oscilen entre 5 y 10 céntimos de peseta el kilovatio hora. Se objetará que la industria a instalarse podrá, a su vez, proporcionarse los medios para conseguir lo que hemos indicado; mas a ello, hemos de contestar, que no siempre los medios que disponen las entidades alcanzan para tanto, y que muchas industrias empiezan por tanteos, por lo que a mayores posibilidades de realizar aquéllos, son también mayores las posibilidades de que haya una floración industrial.

Repasando las estadísticas se perciben cifras muy interesantes, desde varios puntos de vista, que atraen la atención, y algunas con cierta intensidad, en relación con la vida de los pueblos.

En las publicadas acerca de lo importado y exportado por el puerto de Santa Cruz de Tenerife, en los años últimos, hay un dato que merece ser estudiado: el de la importación de cemento, cifrándose alrededor de 44.000 toneladas lo que se recibe por año de dicho material hidráulico; y, relacionando el desenvolvimiento del Archipiélago, no es muy erróneo el suponer un consumo anual de cemento, entre todas las islas, de 100.000 toneladas. Aquí podremos encontrar un apoyo para la iniciación industrial.

La industria del cemento portland artificial se reduce a calcinar una mezcla de carbonato cálcico (caliza) y de arcilla a una temperatura elevada y moler el producto resultante. Entre las distintas mezclas, dentro de los límites establecidos, podremos elegir, por ejemplo, la de 80 partes de caliza supuesta pura y de 20 partes de arcilla, en iguales condiciones de riqueza. La naturaleza rara vez presenta estos materiales con las características apuntadas, por lo que se hacen los análisis correspondientes, con objeto de determinar las cantidades necesarias de los productos naturales que conduzcan al tipo

fijado. En el procedimiento llamado de preparación seca, se desecan los materiales, se muelen a gran finura, se calcinan y se vuelven a moler a gran finura los productos calcinados. Aproximadamente, se consume, por tonelada de producto fabricado, 100 kilovatios hora de energía eléctrica y 25 por 100 de carbón de 7.500 calorías.

A lo anterior hay que agregar gastos complementarios de extracción, transporte, mano de obra, amortización, créditos, propaganda, gastos generales e imprevistos. Esta industria alecciona, proporcionando el conocimiento suficiente de los costos, calidades, rendimientos, etc., de maquinaria; trabajos de hornos, transportes, carga y descarga, competencia, precauciones industriales y demás factores con ella relacionados, pudiendo tener la ventaja, si los intereses de las islas se compenetran, de un beneficio asegurado por el consumo del cemento en las mismas. Dominando esta fabricación puede iniciarse la industria cerámica y, desde luego, las de abonos compuestos, comenzando con la preparación de los superfosfatos. Estos se obtienen tratando fosfatos naturales, después de molidos, por el ácido sulfúrico. Los fosfatos pueden adquirirse del Marruecos francés, y el sulfúrico, o bien comprarlo fuera o estudiar los yacimientos de azufre del Teide, en calidad, potencia, etc., y fabricar, si son favorables los resultados obtenidos, dicho ácido en Tenerife. Es posible que si se hicieran reconocimientos cuidadosos en alguna otra de las islas, también se encontrarán tierras azufrosas.

Los yesos del mismo origen no sería difícil fueran susceptibles de utilización económica, como asimismo la pulverización de la piedra pómez, etc. Juntamente con la industria de abonos podrían fabricarse los sulfatos de cobre y de hierro para las necesidades del Archipiélago. Con energía barata

habría la posibilidad de obtener diversos productos de las sales marinas. La configuración del Archipiélago, en relación con las obras públicas y particulares a realizar, como asimismo la investigación de aguas, permiten el establecimiento de una fábrica de explosivos.

Sin que pretendamos, ni mucho menos, haber agotado el índice para una economía encerrada en las islas, vamos a ocuparnos de la iniciación de una economía abierta—fuera de la agrícola—que pueda hacer surgir de las mismas un elemento de cambio: me refiero a las *puzzolanas*.

Ya desde muy antiguo se conocen los efectos de las *puzzolanas* amasadas con la cal ordinaria, cayendo en el olvido durante muchos siglos. De igual manera que durante el Renacimiento, la época de los enciclopedistas (y aun en los tiempos actuales), los filósofos bucearon en la antigüedad para sus disquisiciones, también muchos investigadores se preocuparon de conocer los materiales hidráulicos que emplearon los griegos y los romanos, entre ellos Vicat. Los estudios de unos y otros dieron por resultado descubrir el cemento portland y otros productos similares.

El cemento portland—que es una de las maravillas de la técnica moderna—puede describirse como si las rocas se pulverizasen a voluntad del hombre y después éste las reprodujera, fraccionadas, en formas variadísimas o fabricando monolitos ingentes que dan la sensación de poder sumar unas montañas a otras montañas, y del mandato imperativo de la voluntad humana sobre la naturaleza bravía. Dicho producto hidráulico muestra una dificultad, precisamente cuando es utilizado en las obras, cuyo recuerdo indujo a los investigadores a pretender encontrar lo que había quedado arrumbado durante más de mil años; me refiero, con lo expuesto, a la utilización

del cemento en obras marítimas. Resultó que aquello, con tanto afán buscado, existía allí donde se utilizó, desafiando al tiempo, que fué insuficiente, para desmoronarle y para encontrarle substitutos, a pesar de disponer de materiales tan estimados como los que describimos antes. Los materiales preparados por los romanos para obtener los efectos puzzolánicos, son los mismos que los que actualmente se disponen. Podemos definir los efectos de los productos puzzolánicos, no solamente como dotados de características hidráulicas, sino también, y para nosotros va a ser esencial, como resistentes a las acciones demoledoras de las aguas salinas, entre las que se encuentran las del mar.

Cuando llegamos a estas islas, fijamos nuestra atención en la existencia en Tenerife de puzzolanas. La obra que realizamos en el laboratorio de la Junta de Obras del Puerto y en los de esta Universidad, parte fué publicada, estando los centenares de tipos de productos que obtuvimos en el laboratorio de dicha Junta. Tipos que pueden reproducirse en cuanto sea preciso, teniendo además la satisfacción de haber obtenido materiales que pueden ser utilizados con las ventajas del portland y las de las puzzolanas. Es decir, se consiguió obtener cementos puzzolánicos con resistencias y fraguados exigidos en los pliegos de condiciones de obras del Estado, al cemento portland.

La fabricación es sencilla: se reduce a moler la puzzolana juntamente con el cemento; mejor dicho, con el cemento sin moler, y siendo el término medio de las mezclas óptimas del 50 por 100, respectivamente, y valorizándose aproximadamente como el cemento portland, resulta que se podría tener el beneficio correspondiente a la venta del producto fabricado, deduci-

dos los gastos de extracción, transporte y molienda de la puzzolana.

No creemos sea necesaria la advertencia que ello no se consigue por arte de magia; haría falta que la industria cementera canaria fuera dándoles a conocer poco a poco, para que en un porvenir no muy lejano se alcanzase la cifra de fabricación de 500.000 toneladas anuales, existiendo perspectivas de absorción del producto a fabricar, de enorme importancia. Baste saber que todos los puertos de Africa y de América, incluso algunos de Europa, podrían ser consumidores. Esta mercancía de cambio podría exportarse con flota canaria, la que con este flete podría traer de retorno multitud de productos de Africa y América, que permitieran ensanchar grandemente los horizontes de la economía del Archipiélago.

En esta obra, apadrinable por los Cabildos, debieran cooperar los isleños, echando los jalones de la unidad económica de las islas.

Hay muchos expertos en estas materias que pudieran cooperar en la obra señalada.

ESTAMPA VII

Universidad canaria.

Por último, vamos a ocuparnos de un problema que parece específico de Canarias, pero que es de España entera; se trata de las cuestiones que se relacionan con la Universidad, y como posiblemente, dados los compartimientos estancos, reminiscencias de las castas, podría resultar el concepto muy limitado, generalizaremos y trataremos someramente de lo que se llama cultura superior. El primer axioma es la necesidad de trabajar, para aprender, estudiantes españoles, ya os lo dije en otras ocasiones: todo aquello que se os predique alejado de esta obligatoriedad y de los medios pertinentes al incremento de las posibilidades de las mayores aportaciones y de la mayor eficacia, no es traicionaros, es vilipendiaros y tratar de esclavizar a vosotros y al país entero. Fijaros bien en lo hecho en otros países, el nivel alcanzado en el aprovechamiento de las energías naturales y de la inteligencia humana, en los problemas que han resuelto y en los problemas pavorosos que se presentan en la Sociedad..., y veréis la labor enorme y la responsabilidad indeclinable que gravita sobre vosotros, que habréis de regir la Nación española desde el bufete, desde la clínica, desde el laboratorio, desde las cumbres del pensamiento... tenéis que ganar el tiempo perdido por otros, y además el necesario para hacer frente a las cuestiones que verti-

ginosamente vienen a atropellar a todos los pueblos. En esa vorágine veréis aparecer nuevas estructuras sociales, competencias y luchas insospechadas, y en el maremagnum habrá pueblos dominantes y pueblos escarnecidos en formas hirientes en más alto grado que las de la antigüedad, en que no se había llegado, por los más, a poseer un confusionismo tan enrevesado del materialismo feroz y de las sutilezas espirituales que, quiérase o no, se adueñan de los pueblos civilizados; no debiendo olvidar tampoco que la lectura es placer y el estudio es dolor. Esta es la verdad ante vosotros, y la sensibilidad que atesoréis se pondrá de manifiesto en la forma de vuestra actuación.

La segunda cuestión toca a los pueblos; los antiguos hablaban de salar la tierra como una maldición y un castigo impuesto a la feracidad de la misma, cuando sus poseedores caían en desgracia del señor o de las multitudes del poder. Esto tiene su reciprocidad: que aun las tierras más refractarias a la fecundación, si las prodigan atenciones y se las trabaja con afecto, son capaces de rendir pingües cosechas. Pocas veces veréis florecer por generación espontánea y en forma útil plantaciones que os proporcionen frutos con que alimentaros y estimularos. Hacen falta muchos cuidados, muchos sacrificios y muchas angustias, vosotros, los agricultores, lo sabéis muy bien, para cosechar lo que se convierte en el pan nuestro de cada día. La cultura transmitida, aprendida, etc., es lo que proporciona las posibilidades de considerar, según decía el eximio Joaquín Costa, a la agricultura «como el arte de convertir las piedras en pan».

Hay que propagar el concepto de que la cultura es la que nos ha de conducir a vivir mejor y a ser mejores, y ante este panorama debéis considerar como obligación sagrada procu-

rarle un ambiente propicio para que germine y se desarrolle, con la seguridad que no hay bienes que se presenten en formas más difusas, pero más eficaces, que los que ella proporciona. Debemos estimarla en forma análoga al rocío, que mientras el cuerpo del hombre descansa de las fatigas del día, se va posando, para evitar que el trozo de tierra que el sol dejó de acariciar, pierda el fuego recibido de aquél, y además lo prepara para que el trabajo, en la jornada diurna, pueda ser más fructífero.

A los profesores nos toca saber que se adueñó de la conciencia universal aquello «de por sus frutos los conoceréis», y no valen majencias de snobismos impresionados en forma de cascarilla, ni actitudes displicentes y mangoneadoras, inquietos en precario del pedestal de Júpiter, pues si la ignorancia del pueblo es estupidez, ésta se halla potenciada en los seres olímpicos, que posiblemente no tenga más razón de ser su olimpiada que confundir la bondad humana con la ignorancia y mansedumbre, por no dejar al descubierto la carroña de su prestancia huera.

Es práctica en el campo la escarda, mas a nadie se le ocurriría fueran los cardos los encargados de dirigirla, pues no sería maravilla cayesen las mieses bajo la azuela y se encontrase la hoz ante el cardón.

El sentido de responsabilidad, carácter de la humanidad, debe ser inherente en grado sumo a todo profesor, precisamente por su actuación normativa, y si a la sociedad incumbe crearle un ambiente acogedor, él se halla obligado a demostrar es digno de tal aprecio. Su labor debe sobresalir a lo recibido, para que no le alcance el concepto de parásito. Pretender que a nuestro albedrío hemos de obrar, ni es justo ni es honesto, salvo después de haber cumplido la tarea fundamental enco-

mentada. En esta cuestión hay mucho de comunicativo y perturbador, que escamotea ante el país el cuadro de obligaciones, y además enmascara el trabajo de otros. Sobre esto conviene insistir, pues si no hay exposición de que se hable de abuso de confianza.

Se considera en mecánica el ruido de una pieza o de un engranaje como un despilfarro, por lo que, dado el ruido y la bullanga que tenemos aquí, existirá, si hay correspondencia, un derroche de caudales propios o ajenos; precisa reconcentrar esfuerzos primero y luego esparcir o radiar.

Nos parece que la tarea mínima del profesor debe ser la de poner los medios, exigibles a él, para hacer profesionales, cosa que siempre defendimos, y a este respecto, hemos de mostrar nuestra conformidad con las ideas publicadas por el profesor Sr. Ortega y Gasset (1). Diferimos de él, seguramente por la diferencia de materia a tratar profesionalmente, en su creencia de que son imprescindibles seres extraordinarios para la investigación científica, posiblemente, por sentir acuciamientos más apremiantes y por ende más modestos, teniendo que contentarnos con adquisiciones medias. Pero de éstas son tantas las que existen, y la vida tan limitada, según reconoce también el ilustre profesor, que mucho nos tememos sean casi las únicas que estén al alcance del dominio relativo de la humanidad. Muy vibrantes son los conceptos que vierte en el mismo ensayo contra la pedantería *sui generis*, que bracea por imponerse en la vida universitaria, y que, por lo educativo, transcribimos. «La pedantería y la falta de reflexión han sido grandes agentes de este vicio, «Cientificismo», que la Universidad padece. En España comienzan ambas potencias deplorables a representar

(1) Folletón de *El Sol*. 26 Octubre 1930.

un gravísimo estorbo. Cualquier pelafustán, que ha estado seis meses en un laboratorio o seminario alemán o norteamericano, cualquier sinsonte que ha hecho un descubrimientillo científico, se repatria convertido en un «nuevo rico» de la ciencia, en un *parvenu* de la investigación. Y sin pensar un cuarto de hora en la misión de la Universidad, propone las reformas más ridículas y pedantes. En cambio es incapaz de enseñar su «asignatura», porque ni siquiera conoce íntegra la disciplina.»

Universidad canaria.

Sin elegir la norma para mostrar la necesidad objetiva del establecimiento de una Universidad, en general se comprende geográficamente la razón de ser de la Universidad canaria. Mas si por la razón apuntada debe establecerse, desde los puntos de vista del Estado español y de la región canaria, se intensifica su conveniencia.

Parece cantinela ya, el aducir argumentos en pro de su radiación cultural hacia el Africa y América, pasando en cambio inadvertidos proyectos y preparativos de naciones más avisadas para sus intereses orientados en la dirección señalada. A mayor abundamiento, se han publicado recientemente en periódicos españoles planes estructurados por grandes entidades y Gobiernos extranjeros, para la transformación del desierto de Sahara; por lo que surge la ventaja tan grande para España de tener un centro de donde salieran capacitados gran número de individuos para desarrollar las iniciativas más convenientes para nuestros intereses en el Continente africano, resultando lo más lógico sea Canarias el apoyo firme que tal

propósito deba tener. A su vez Canarias está en la obligación de comprender ampliamente la importancia extraordinaria que para su desenvolvimiento representaría la realización eficaz de lo que apuntamos, y de estudiar con la atención que merece el problema, coadyuvando en la medida de sus posibilidades, pero con firmeza.

Por otra parte, estamos muy lejos de suponer que la Universidad canaria atraería la población escolar americana que se orienta hacia diversos centros de Europa. Pero no es una quimera admitir pudieran encontrar condiciones naturales más a su satisfacción en la Universidad de este Archipiélago un número de alguna consideración de estudiantes americanos, que incrementarían los intereses de los españoles y de sus hermanos los americanos.

Fácilmente se comprenderá que en todos nuestros pensamientos nos referimos a una Universidad llena de posibilidades y en modo alguno a la que se tiene en el presente. No tenemos censura para nadie; únicamente diremos que esta es la Universidad olvidada por muchos de los que pueden darle las características que necesita poseer, primero para existir decorosamente y luego con esplendor; pedimos una vez más que la inadvertencia quede subsanada.

Se hallan a la orden del día las comunicaciones transoceánicas e intercontinentales, se estudian estaciones de aterrizaje y de amaraje, llegándose hasta concebir proyectos fantásticos para construir islas flotantes; hay luchas y forcejeos diplomáticos que contribuyen a aumentar la tensión dramática de los pueblos por alcanzar bases de expansión, por lo que existiendo estas islas, que han merecido todas las galanuras del elogio, situadas precisamente como remanso en el rebullir de los mares y como centro de convergencia de los grandes itinerarios que

señalan los destinos de los pueblos, confiamos se hará de ellas una central de cultura que recibirá las grandes creaciones de la civilización para propagarlas, y que a su vez hará aportaciones para mejorar las condiciones morales y materiales de la vida humana.—HE DICHO.

ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
Introducción	7

ESTAMPAS A MOSTRAR

I. Antecedentes del descubrimiento de la máquina de vapor y de su mejor utilización	17
II, Investigaciones sobre la electricidad y el magnetismo hasta las máquinas y dispositivos que transforman la energía mecánica en corriente eléctrica y a ésta en energía mecánica, etc.	27
III. Conocimientos químicos hasta la época de Lavoisier y las experiencias de Davy. Principio de la conservación de la energía.	35
IV. Factores de influencia destacada en la economía inglesa del siglo XIX	73
V. Ambiente español. Aportación modesta para la orientación en la solución del problema azucarero en España y de otros que le son anejos	83
VI. Industrialización de Canarias.	95
VII. Universidad canaria	103

