

ANALES

DE LA

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

AÑO II * 1921-1922

CUADERNO 9.º

Influencia de la Química en la Economía Nacional

DISCURSO LEIDO EN LA SOLEMNE APERTURA
DEL CURSO DE 1921 A 1922
POR EL DOCTOR D. ENRIQUE CASTELL
CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

EXCMO. SR.:

SEÑORES:

EL cumplimiento de un precepto reglamentario me *Preliminar*
obliga a dirigiros la palabra en momento tan
solemne como el de la inauguración del curso
que comenzamos.

Amante de la verdad experimental, enamorado de la *Justificación
del tema*
Ciencia química, que vengo cultivando desde hace algún
tiempo, voy a ocuparme de ella, pero no para desarrollar
un punto doctrinal o de investigación, sino para intentar, de
modo sencillo y sobrio, convenceros de la utilidad y necesi-
dad de los conocimientos químicos, en sus varias manifes-
taciones, y como, bien directamente, bien como poderoso
auxiliar, han contribuido eficazmente en la resolución de

muchos de los problemas que al hombre se le han presentado.

Referencia a otro trabajo

Es para mí un honor el contribuir con este modesto trabajo—ya que otros como el Dr. Obdulio Fernández lo han hecho anteriormente con gran lucimiento—al desarrollo industrial de nuestra patria, cosa que no se conseguirá si no es sobre la base de la Química, Ciencia que cada día juzgo más necesaria, más precisa, más indispensable para el engrandecimiento de una Nación.

El desarrollo industrial en nuestra patria ha de conseguirse a base de la Ciencia Química

No basta poseer un terreno fértil como el de nuestra región; sino que es preciso que su explotación se haga de un modo científico y no rutinario como en la actualidad; es indispensable que el agricultor reclame, entre otros, el auxilio del químico, bien para intensificar la producción, bien para cultivar las plantas que puedan tener una mayor aplicación industrial, así como también para el mejoramiento o la implantación de nuevas industrias agrícolas. No debemos conformarnos con la deficiente explotación de nuestras minas de carbón, y que por lo tanto no puede competir con el extranjero; sino que hay que estudiar y resolver el problema de su explotación y utilización con uno u otro fin, problema que es la Química la llamada a resolver, evitando el pasar por la vergüenza del abandono de minas. No es suficiente, por ejemplo, poseer altos hornos donde se extrae el hierro, cuya mayor parte es exportado y luego importado de nuevo bajo la forma de acero, para diferentes aplicaciones industriales; sino que es necesario que produzcamos nosotros las distintas clases de aceros que se conocen y otras nuevas, problema que cae de lleno dentro del campo de la Química, a la que hay que pedir su concurso. No basta que tengamos fábricas de automóviles dirigidas por muy competentes ingenieros, sino que es preciso, es indispensable que poseamos laboratorios químicos espléndidamente montados, donde los químicos, mediante sus estudios teórico-experimentales, den las fórmulas de las aleaciones, de los aceros; de los metales, las grasas, aceites, etc., necesarias para una buena fabricación y para una buena conservación

y funcionamiento del vehículo, y no tengamos que pasar por el bochorno de confiar la prosperidad de una industria, al parecer nacional, a la elevación de los derechos arancelarios.

Así podíamos ir citando ejemplos; pero desistimos de ello, porque están en la mente de todos y vamos a demostrar que tanto en la antigüedad, como actualmente, la civilización y la prosperidad económica de las naciones ha sido y es consecuencia de sus conocimientos químicos, y de la aplicación de los mismos; es decir, vamos a ver la *Influencia de la Química en la Economía Nacional*.

*Enunciación
del tema*

La Historia nos dice que la base de la civilización se encuentra en los llamados pueblos orientales y que de éstos se irradió a los griegos y romanos. Estudiando con detenimiento la historia de la Química, nos encontramos con que ésta nació en Oriente, y por sus aplicaciones, hábilmente explotadas, se pusieron unos pueblos en relación con otros, sirviendo como de vehículo para este transporte los Fenicios, que comerciantes por naturaleza, por ser su país relativamente pobre por su posición geográfica y dado su carácter aventurero, se asimilaban los conocimientos físicos y químicos que explotaban luego en su favor, lo que dió lugar a que se despertara la codicia de otros pueblos guerreros, que dieron al traste con la independencia de los fenicios e hicieron desapareciese la civilización que poseían.

*Nacimiento de la
Química*

Muy hábiles eran los pueblos orientales en las operaciones químicas que realizaban, todas ellas con fin especulativo y sin preocuparse en investigar o buscar la explicación de las manipulaciones puestas en práctica para conseguir su

Pueblos orientales

objeto. Y hay que admirar a aquellos luchadores, a los que la casualidad, en muchos casos, y la perseverancia en el trabajo, en otros, les ponían en posesión de un secreto para fabricar tal o cual substancia, secreto que se transmitía verbalmente de generación en generación. Así se explica que la Química fuera considerada como un arte y el por qué ésta era practicada principalmente por los sacerdotes, y más tarde por los médicos y por los filósofos.

Trabajos industriales y utilitarios del pueblo egipcio

Era el Egipto uno de los pueblos antiguos donde en mayor escala se practicaba de modo industrial o utilitario el «Arte» de la Química, y por esto fué uno de los pueblos orientales más ricos, donde mayor era el lujo y mayor la suntuosidad, pues gracias a sus industrias químicas habían entrado en relaciones comerciales con otros pueblos, y aquello de que carecían les era facilitado por los demás.

Practicaban los egipcios como nadie el Arte de momificar los cadáveres; y acerca de la técnica que empleaban para ello y de los productos con dicho fin utilizados, nada podemos decir en concreto, aun cuando la lógica y nuestros conocimientos actuales nos conduzcan a creer que empleaban substancias curtientes juntamente con resinas y asfaltos adicionados de cuerpos aromáticos, ungüentos perfumados y vendajes de lino o de lana, según la época, impregnados de disoluciones al parecer gomosas. Conocían los colores, aun cuando éstos eran inorgánicos; pero los fabricaban con tal perfección, que se observa una gran frescura en el colorido de los monumentos conservados hasta la fecha; y es más: examinando al microscopio el color rojo, por ejemplo, que lo obtenían mediante el óxido de hierro y la arcilla, se ve que es tal la fineza del grano, que ello nos induce a pensar que practicaban para obtenerlo operaciones químicas, únicas que pueden producir un grano tan fino y suave como el por ellos obtenido.

Obtención de colores

Mediante un procedimiento químico, que se ignora, y empleando el óxido de hierro, la arcilla y la cal, obtenían el color amarillo, y sometida la mezcla anterior a la acción del calor, transformaban el color amarillo haciéndole tomar el

tono castaña y el naranja. Con el empleo de un aglutinante, soluciones al parecer gomosas, y disolviendo compuestos de cobre en el vidrio fundido, preparaban distintos azules. La mayor parte de los autores atribuyen el descubrimiento del vidrio a los egipcios; pero fueran o no ellos, lo cierto es que en esta industria llegaron también a un alto grado de perfeccionamiento, pues no solamente imitaban con él las piedras preciosas, ópalo, záfiro, turquesa y amatista, sino que sabían hacer esmaltes, vasos de vidrio puro y coloreado, lo que está perfectamente comprobado por los vasos encontrados en las ruinas de Nínive y las figuras que adornan los monumentos de la villa de Tébas y que pertenecen a una época anterior a Jesucristo, 2.400 años. No practicaban las operaciones propias de la metalurgia, pues aunque conocían los metales, los adquirían en su mayoría de otros países con los que tenían relaciones comerciales. Otra industria, que alcanzó entre los egipcios un gran desarrollo fué el Papyrus (desde el siglo XVI antes de J. C. hasta el VIII después de J. C.) que exportaban en gran cantidad y en forma de bobinas, algunas de las cuales tenían hasta 20 metros de longitud; parece ser que el imperio romano se surtía del Papyrus de Egipto. Curtían las pieles con gran perfección, empleando para ello substancias vegetales, análogas a las que extraemos actualmente de la corteza de encina. Sabían tejer y fabricaban telas de lino, de lana y de algodón; pero lo más maravilloso es que les daban colores variados y hermosos. El siguiente pasaje de Plinio nos lo demuestra bien claramente; dice así: «En Egipto se tintaban los vestidos por un procedimiento muy singular. Desde luego los limpiaban, luego se les bañaba, no en los colores, sino en varias substancias propias para absorber el color. Estas substancias no aparecían desde luego sobre las telas; pero sumergiendo éstas en la caldera de tintaje se las retira un instante después completamente tintadas. Y lo que hay de más admirable es que a pesar de no contener la caldera más que una sola materia colorante, la tela que hemos introducido se encuentra de golpe tintada en colores distintos

*Trabajos en
Vidrio*

Metalurgia

El Papyrus

*Industrias
textiles*

según la calidad de las substancias empleadas. Y estos colores no sólo no pueden ser separados por el lavado, sino que los tejidos así tintados se hacían más compactos.»

Tintaje de telas

Como vemos, el tintaje de sus telas lo practicaban no de un modo cualquiera, sino mediante el empleo de los mordientes, que al parecer eran muy variados, y claro está que especiales para cada tono o color que querían dar, y dotados de la propiedad de comunicar a la misma substancia colorante diferentes tintes. Todo lo cual nos demuestra no sólo que conocían los álcalis, los ácidos y las sales metálicas, sino que sabían utilizar la acción que ejercían sobre las materias tintóreas. Asimismo sabían que algunos colores, como el escarlata, no eran suficientemente fijos cuando se los obtenía mediante una sola inmersión, sino que era preciso para la solidez del color hacer dos inmersiones. Estas telas las llamaban «tintadas dos veces». Ahora bien; lo que no nos dice Plinio es si estos colores los fijaban sobre los tejidos de lino, los de lana o los de algodón.

*Industrias
suntuarias*

Dado el lujo con que se vivía en Egipto, no podían faltar ni las bebidas alcohólicas, ni los perfumes, bálsamos, afeites, etc., y efectivamente, respecto de las bebidas alcohólicas, Diodoro, de Sicilia, nos dice que el Dios Osiris, 2.000 años antes de J. C. les enseñó a preparar, en sustitución del vino, un brebaje, que por su buen gusto, su fuerza y modo de preparación, se deduce que era una especie de cerveza sin lúpulo. Analizado por Baeyer un afeite negro de la época, deduce que para prepararle seguían el siguiente proceso: como no conocían más que el plomo, lo calentaban para su transformación en litargirio, que disolviéndolo en vinagre transformaban en acetato, el que por la acción del alumbre convertían en sulfato, y éste, calentándolo con carbón, daba el afeite negro (sulfuro de plomo). En otros afeites se ha comprobado la presencia de la galena y del antimonio, minerales que no existían en Egipto, sino en la India, de cuyo país lo adquirían gracias a sus relaciones comerciales.

Otro pueblo también muy floreciente en la antigüedad, fué el Imperio Babilónico, y están perfectamente demostrados sus conocimientos en la química aplicada, pues sabían fabricar ladrillos, extraer y fundir los metales, preparar vino con el fruto de las palmeras, poseían conocimientos de tintorería, etc., etc. Y según nos cuenta Herodoto, en el pasaje que vamos a transcribir, sabían ya que el agua es el vehículo que sirve para el transporte de ciertas enfermedades; dice así: «Y a cualquier lugar que el rey viajaba, era seguido por una porción de coches de cuatro ruedas tirados por mulas y que llevaban en la parte posterior vasos de plata con agua cocida del río Choaspes, que corre cerca de Susa, por ser sólo esta agua y no otra la que el rey bebía».

Conocimientos de química aplicada que poseía el pueblo babilónico

En la India florecieron las industrias químicas, y especialmente la del hierro, como lo prueba el hecho de haberse encontrado piezas forjadas de grandes dimensiones; la columna de Kutub en la proximidad de Delhi, de 6.000 kilogramos de peso, está formada por hierro casi puro; en los sepulcros de esta época se han encontrado numerosos instrumentos de acero, lo que demuestra que lo conocían y sabían fabricar, siendo de tal naturaleza el que fabricaban, que había alcanzado fama universal. Conocían además otros metales, así como también su extracción; sabían hacer aleaciones; fabricaban colores y utilizaban el borax para la soldadura de los metales. Todo lo cual demuestra que poseían conocimientos químicos y metalúrgicos.

Florecimiento de la industria del hierro en la India

Los fenicios que, como sabemos, fueron los colonizadores de España, poseían una gran cultura adquirida a expensas de los países con los cuales estaban en relación, cultura que dado su espíritu eminentemente práctico ponían al servicio de su civilización, y por lo tanto de su bienestar moral y material; por ello es algo difícil saber si los productos

La Química base fundamental del comercio en el pueblo fenicio

con los cuales traficaban eran o no de su producción; pero resulta evidente que eran muy hábiles en el arte de la tintorería; que descubrieron en Bretaña el estaño, que obtenían por fusión de sus minerales; que, bien aprendiéndolo de los egipcios o bien por ser invención suya, introdujeron en el comercio los productos de sus propias vidrierías; que la galena, el antimonio, el hierro, las piezas de tela tintadas, etcétera, etc., eran transportados por los fenicios de unos países a otros, viniendo a constituir la química, la base de su comercio, y por lo tanto la principal causa del bienestar y riqueza del antiguo Imperio Fenicio.

*Influencia de la
civilización egip-
cia en los conoci-
mientos del pueblo
griego*

Los conocimientos que los griegos y romanos poseían hasta 600 años antes de J. C. eran un puro reflejo de los que tenían los pueblos orientales, especialmente los egipcios; y así se observa que en las pocas industrias químicas griegas no había originalidad, y algunas de ellas, como la tenería, la practicaban por simple frotación de las grasas sobre las pieles. Si los griegos fueron considerados como los fundadores de la mayoría de las ciencias y como grandes filósofos, fué porque, más astutos que los demás, se apropiaban los conocimientos ajenos y dándoles forma y nombres, los presentaban como propios, constituyendo diversas hipótesis y teorías.

*Primeros pasos
dados por el pue-
blo romano en la
Ciencia Química.
Adelantos poste-
riores*

Respecto a los conocimientos que en la antigüedad tenían los romanos eran, como hemos indicado, un puro reflejo de los que poseían principalmente los egipcios. Más tarde, o sea en el siglo I de la Era Cristiana, Dioscórides escribió su «Materia Médica», en la que daba instrucciones acerca de las diferentes preparaciones químicas, siendo durante más de un siglo el libro de consulta utilizado cuando se trataba de resolver dudas acerca de cuestiones físicas y químicas. En los treinta y siete volúmenes que constituyen

«La Historia Natural» escrita por Plinio, están comprendidos todos los conocimientos que en su época se poseían; así se ve, por ejemplo, que conocía perfectamente las amalgamas, las aleaciones, las temperaturas de fusión de distintos metales, la soldadura, etc., etc. Y es a sus conocimientos químico-metalúrgicos a los que la Roma antigua debió el adelanto en la técnica de las armas y el que sus soldados, mejor acorazados y armados que los de otros pueblos, salieran vencedores en las luchas y sus conquistas se extendieran con rapidez. Es en Roma donde por primera vez se encuentran relaciones íntimas entre la Química y la Medicina. Existían en Roma talleres donde por procedimientos secretos se fabricaban los aceros; había otros donde se blanqueaba la lana por medio del azufre quemado; sabían fabricar el vinagre, destilar la trementina y el cinabrio para obtener el aceite de trementina y el mercurio. La industria de las materias colorantes estaba muy adelantada, pues sabían preparar los colores y obtener tonos diversos. Fué la Roma antigua un pueblo que apropiándose de los conocimientos que poseían los pueblos orientales conquistados, supo desarrollar la Física y la Química como ciencias propias, creándose una aureola de sabios y guerreros que les llevó en la época a que nos referimos a la dominación del mundo. Está plenamente demostrado que cuando los romanos conquistaron la Germania era éste un país pobre, y en el que no había grandes cosas que apropiarse; pero los germanos, con las cenizas de Haya, la grasa y el calor, fabricaban un producto que era el jabón, y en el que el médico romano Galeno descubrió una acción emoliente y observó servía para separar la grasa del cuerpo y de los vestidos, y así fué como el jabón, invención germana, se hizo indispensable en el tocador de los nobles romanos. Con sólo decir que en él existían esencias, ungüentos, tintes, pomadas y cosméticos, se comprende el gran número de compuestos químicos que conocían y sabían fabricar.

*Referencias de
Plinio*

*Roma y Germa-
nia*

*Primer periodo
de renovación*

Se inicia un periodo en el cual se observa que el hombre se preocupa algo del estudio de la naturaleza; y si bien es verdad que durante el mismo periodo se persigue un fin mucho más utilitario que en la antigüedad, es también innegable que se dan algunas bases científicas para el desarrollo de la Química; bases falsas, místicas, extremadamente utilitarias, no lo ponemos en duda; pero lo evidente es que de modo implícito se hacen estudios comparativos y se marca el camino a seguir.

Durante un cierto lapso de tiempo continúa siendo Egipto uno de los pueblos más civilizados, y de los antecedentes que acerca del mismo se tienen se deduce que es a ellos a quienes se debe atribuir el origen de la «Alquimia», cuyo fin en sus comienzos era «transformar todos los metales en oro».

La invención de todas las Ciencias y Artes se atribuyó a Hermes Trimegisto, personaje enigmático, y acerca del cual el hecho de haberse encontrado en el templo del Dios Egipto Thot en Dakke una inscripción jeroglífica con el nombre egipcio Thot (en griego Hérmes y en latín Mercurius), hace creer que Hermes no fuese un sér humano, sino una idea, una energía, tal vez la antigua divinidad egipcia Thot.

*Aparición de la
alquimia como
ciencia misteriosa*

Se ha atribuido a los árabes la creación de la Alquimia; pero si tenemos en cuenta que en esta época era cuando más ocupados estaban en sus guerras de conquista, se comprenderá fácilmente que no debe considerárseles como los fundadores de la Alquimia.

Ahora bien; cuando este pueblo pasó de guerrero a sedentario, comenzaron a desarrollar los conocimientos que habían adquirido de los egipcios y de los griegos, y extendieron la Alquimia y la Medicina por España, Francia, Inglaterra y Alemania; aparecieron gran número de alquimistas y de médicos, siendo tal el impulso que dieron a la Medicina, que la escuela de Córdoba alcanzó fama universal, siendo la mejor de cuantas se conocían en aquella época.

Entre sus alquimistas citaremos solamente a Geber, que

vivió en la segunda mitad del siglo VIII, cuyos estudios realizó en la Universidad de Sevilla, siendo considerado como una autoridad por los alquimistas de su época. Por los datos que poseemos se deduce que conocía perfectamente los metales, las aleaciones de oro, de plata, de cobre y de estaño; la acción del mercurio sobre los metales; sabía preparar los óxidos de hierro, cobre, plomo y mercurio; conocía el arsénico, el azufre, la potasa y la sosa; obtenía el ácido sulfúrico por destilación del alumbre; conocía y empleaba de ordinario en sus operaciones la sal amoníaco, el agua regia, la piedra infernal, el sublimado de mercurio y otros compuestos químicos, es decir, que vemos que poseía un gran caudal de conocimientos químicos, que legó a sus sucesores, si bien la ciencia árabe desapareció cuando cesó la dominación de los árabes en Europa.

A partir de 1200 la Alquimia se refugia en los conventos, hasta que en el siglo XIV es prohibida su práctica por el Papa, prohibición que contribuyó a que la Alquimia se convirtiera en una ciencia misteriosa, participando de este misterio los escritos y los autores de la época, para librarse de ser quemados como herejes en la plaza pública.

En el período que ligerísimamente se ha reseñado, y al que podemos llamar de la Alquimia pura, es cuando se inicia la industria química como tal industria.

Los alquimistas, buscando el oro, descubren nuevos yacimientos mineralógicos en España, Francia, Tirol, Silesia, Bohemia, etc., encuentran las célebres minas de mercurio de Idria a fines del siglo XV, y llevados por su afán de transmutar todos los metales en oro, hacen positivos progresos en metalurgia y en fundición. El empleo grandísimo que del plomo y del zinc hacen, les conduce al descubrimiento de los barnices de plomo y zinc, que aplicados en cerámica determinan un considerable progreso de esta industria; siendo a partir del siglo XIII cuando se generaliza

Desarrollo de la industria química en el período de la alquimia

el uso de estos barnices. A esta época corresponde también la aparición de los vidrios coloreados al fuego. Las materias colorantes cochinilla y orchilla deben su empleo en tintorería a la época de la Alquimia pura. A fines del siglo XIII los espejos metálicos, hasta entonces en uso, son sustituidos por los de vidrio o cristal recubiertos de metal.

*La yatroquímica
y los trabajos de
Paracelso.*

Al periodo de la Alquimia pura siguió el de la Yatroquímica, en el cual los alquimistas dejaron aparentemente de buscar el medio de convertir todos los metales en oro para dedicarse casi por completo al estudio de aquellos productos químicos que producían un efecto beneficioso en la economía animal, tratando de descubrir un *elixir de larga vida*.

En este periodo, gracias a un genio que surgió y al que se le conoce con el nombre de Paracelso (1), la Medicina ensanchó considerablemente su Terapéutica, convirtiéndose en una ciencia fundada en bases experimentales, dejando de ser ejercida de modo rutinario. Decía Paracelso que las enfermedades eran debidas a una alteración química de los jugos contenidos en el cuerpo humano, y por lo tanto el fin de la Terapéutica era el restablecimiento de la mezcla química tal y como debía encontrarse en el estado normal; es decir, que estableció los principios de lo que hoy constituye la química biológica. Dado este modo de considerar la Medicina, se comprenderá fácilmente el por qué Paracelso veía en la Química una de las principales columnas de la Medicina; el por qué, según su opinión, un médico sin Química era una quimera, pues tenía por igual que servirse de las dos ciencias, y el por qué unió los estudios de ambas, proporcionando a la Química la inmensa ventaja de arrancarla de manos incultas (en esta época los alquimistas

(1) Philipus Aureolus, Theophrastus Paracelso Bombast, nació en 1493 en Einsiedeln, Suiza.

el uso de estos barnices. A esta época corresponde también la aparición de los vidrios coloreados al fuego. Las materias colorantes cochinilla y orchilla deben su empleo en tintorería a la época de la Alquimia pura. A fines del siglo XIII los espejos metálicos, hasta entonces en uso, son sustituidos por los de vidrio o cristal recubiertos de metal.

*La yatroquímica
y los trabajos de
Paracelso*

Al período de la Alquimia pura siguió el de la Yatroquímica, en el cual los alquimistas dejaron aparentemente de buscar el medio de convertir todos los metales en oro para dedicarse casi por completo al estudio de aquellos productos químicos que producían un efecto beneficioso en la economía animal, tratando de descubrir un *elixir de larga vida*.

En este período, gracias a un genio que surgió y al que se le conoce con el nombre de Paracelso (1), la Medicina ensanchó considerablemente su Terapéutica, convirtiéndose en una ciencia fundada en bases experimentales, dejando de ser ejercida de modo rutinario. Decía Paracelso que las enfermedades eran debidas a una alteración química de los jugos contenidos en el cuerpo humano, y por lo tanto el fin de la Terapéutica era el restablecimiento de la mezcla química tal y como debía encontrarse en el estado normal; es decir, que estableció los principios de lo que hoy constituye la química biológica. Dado este modo de considerar la Medicina, se comprenderá fácilmente el por qué Paracelso veía en la Química una de las principales columnas de la Medicina; el por qué, según su opinión, un médico sin Química era una quimera, pues tenía por igual que servirse de las dos ciencias, y el por qué unió los estudios de ambas, proporcionando a la Química la inmensa ventaja de arrancarla de manos incultas (en esta época los alquimistas

(1) Philipus Aureolus, Theophrastus Paracelso Bombast, nació en 1493 en Einsiedeln, Suiza.

eran reclutados en todas las clases sociales) entregándola a hombres que tenían una preparación médica, a los que se designaba con la denominación de yatroquímicos, y que hicieron que los conocimientos químicos tomaran mayores vuelos y se extendieran cada día más.

No hemos de discutir aquí ni la violencia de su carácter, gracias al cual murió en la miseria, ni los hechos ciertos y falsos que Paracelso dió a conocer; solamente diremos que en nuestra modesta opinión fué Paracelso el hombre más grande de su época, al que la Química debe mucho y al que consideramos digno de comparar con el eminente Lavoisier.

En este período de la Yatroquímica alcanzó la Farmacia un gran desarrollo, y de sus laboratorios salieron los métodos para caracterizar, determinar la pureza y preparar los productos químicos necesarios a la Terapéutica, así como también consiguió un gran desarrollo la industria química, como vamos a ver.

Jorge Agrícola, que nació en 1494 en Glauchau, abandonó la Yatroquímica para dedicarse a los estudios mineralógicos y metalúrgicos, en los que sobresalió en forma tal que sus procedimientos metalúrgicos y de fundición han venido practicándose hasta principios del siglo XIX. Su obra en doce tomos, titulada «De re metallica», es para su época una verdadera enciclopedia. Agrícola enseñó a extraer y purificar el azufre, a recoger para su aprovechamiento los vapores que se perdían en el tratamiento de los minerales; dió un método muy práctico de extracción del cobre y mejoró notablemente los de extracción del mercurio, plata, antimonio y bismuto; perfeccionó los procedimientos, utensilios e instalaciones que sirven para la fundición; dió métodos para el ensayo de los minerales, etc., todo lo cual hace de él un reformador extremadamente admirable.

Impulso dado a la metalurgia y la mineralogía por Jorge Agrícola

Debido al descubrimiento de los minerales de cobalto son éstos aplicados en la fabricación del color azul, así como también en la obtención del vidrio azul, para lo cual se añadía al vidrio fundido el mineral de cobalto disgregado.

Otras industrias químicas

En 1570, fué cuando comenzó a emplearse, especialmen-

te en el Perú, el método de amalgamación para la extracción de la plata.

Vidriería Los vidrios de Murano que alcanzaron en el siglo XVI un gran renombre, determinaron el que Venecia fuese uno de los principales centros de la industria química.

Los adelantos en la fabricación del vidrio surtieron sus efectos en la industria cerámica, pues los conocimientos adquiridos fueron utilizados para deshacer los colores en los barnices y dar así distintos coloridos a los objetos de cerámica.

Industria de la destilación Debido al desarrollo alcanzado por la industria de la destilación, el alcohol, que hasta entonces se había empleado como remedio, pasó bajo la forma de bebidas alcohólicas a ser utilizado por los ricos, extendiéndose su uso, y cuando se aprendió a fabricarlo partiendo de los cereales se extendió tanto su empleo en todos los países y en todas las clases sociales, que se dictaron leyes especiales coercitivas, no sólo para el consumo, sino que también para su fabricación, leyes que cayeron en desuso cuando la Europa fué invadida por la peste, por creer que su uso evitaba el contagio.

Tintorería La Tintorería progresa también en el período yatroquímico, utilizándose por primera vez el Índigo en sustitución del Azul de Provenza, y consiguiéndose dar a las materias colorantes entonces conocidas tonos distintos, gracias a la acción combinada de ácidos y álcalis que Glauber estudió y aplicó a esta industria; el descubrimiento de la Sal de Glauber determinó grandes progresos en el tintaje de la lana.

Química agrícola A mediados del siglo XVI el químico francés Bernardo Palissy hace profundos estudios acerca de la fertilidad del suelo, iniciando la Química agrícola; sus estudios sobre cerámica determinan un gran progreso en esta industria. Se le puede considerar el mejor de los químicos prácticos de su época, rebelándose contra la autoridad del maestro sin experimentación y combatiendo las teorías brotadas del cerebro de los filósofos.

Iniciada la decadencia de la Yatroquímica, debido principalmente a que no se perseguía la investigación de la verdad, le faltaba para su completa desaparición un hombre que, puesto al frente de una teoría, supiese defenderla y herir de muerte a la Yatroquímica; este hombre fué el alemán Jorge Ernesto Stahl (1660 - 1734), que al objeto de explicar de modo científico el fenómeno de la combustión, dió su célebre teoría del flogisto.

Decadencia de la yatroquímica. La teoría del flogisto inicia un período de más seria actividad

No vamos a exponerla ni a discutirla por no ser éste el objeto de nuestro trabajo; pero no podemos menos de decir que si bien la teoría del flogisto era falsa, fué la base para llevarnos a las que hoy tenemos, pues es evidente que gracias a ella, sus partidarios para defenderla, sus contrarios para atacarla, comenzaron a comprender los químicos la necesidad de observar, la de experimentar y la de explicar, de un modo cada vez más racional, los hechos observados y los experimentados. Por ello, estamos plenamente convencidos de que la teoría del flogisto inauguró en Química una más seria actividad, que ejerció una influencia considerable en el progreso de la Ciencia.

En el período comprendido entre Stahl y Lavoisier, es decir, durante poco más de un siglo, los procedimientos metalúrgicos utilizados fueron los que preconizó Agrícola. No obstante, en Suecia, Rinman y Gahn reformaron los procedimientos hasta entonces empleados en la extracción del hierro, y Bergmann por medio del análisis nos dice que la diferencia entre la fundición, el hierro y el acero depende de su contenido proporcional en carbono.

La fabricación del vidrio adquiere un gran perfeccionamiento, gracias a los trabajos de Kunkel, cuya obra «Ars vitraria experimentalis» publicada en 1689, ha sido durante mucho tiempo indispensable y clásica en las fábricas de vidrio.

Gran desarrollo de la industria del vidrio y de la porcelana

En esta época fué cuando se implantó en Europa la fabricación de la porcelana, conocida y fabricada desde muy antiguo en la China y el Japón. A los trabajos de Pott, Reamour y Böttger se deben la instalación de las fábricas

européas de porcelana. Con el método dado por Reaumur y modificado por Marquer fué como desde 1769 se trabajó en Sevres. El Alquimista Böttger—mandado prender por Federico I de Prusia, y cuyo refugio en Sajonia dió lugar a reclamaciones diplomáticas, que terminaron con su prisión en Königstein, siendo decretada su libertad por el rey Augusto de Sajonia, previa confesión de su ignorancia en lo relativo a transmutar los metales en oro y de saber, en cambio, fabricar la porcelana—, montó y dirigió hasta su muerte la fábrica de porcelana de Meissen.

Cómo se descubrió el azul de Prusia

Gracias a la casualidad, el tintorero y preparador de colores berlinés Diesbach encuentra una nueva materia colorante de un hermoso azul, cuya aplicación determina un positivo progreso en Tintorería. Veamos cómo: trataba Diesbach de preparar, como otras veces lo había hecho, mediante la acción de la potasa sobre una decocción de cochinilla, alumbre y vitriolo verde, una laca roja llamada florentina, y cuál no sería su admiración al ver que en lugar del color rojo apareció un hermoso color azul; consultado el caso con su proveedor el alquimista Dippel, recordó éste que el álcali que había vendido a su amigo lo había antes calcinado con la sangre para la obtención de su aceite animal. La nueva materia colorante llamada azul de Prusia tuvo gran aceptación, y su preparación constituyó una buena industria que permaneció en el secreto desde 1710, en que se descubrió, hasta 1724, en que el químico inglés Woodward, e independientemente de él John Vrown, descubrieron el secreto de su preparación.

Aplicación de la pólvora en el lanzamiento de proyectiles

También se atribuye a esta época la utilización de la pólvora en el lanzamiento de proyectiles, aplicación ideada por Berthold Schwarz, pues no pudo ser su descubridor, por cuanto está plenamente demostrado que la conocían los chinos desde tiempos remotos empleándola para fuegos artificiales.

La aparición de Antonio Lorenzo Lavoisier (1743-1794) determina una nueva era en la Química, pues gracias a su meritisima labor científica se consigue que desaparezca la falsa teoría del flogisto y deja sentadas las bases sobre las que, desenvolviéndose la Química pura y la industrial, han alcanzado un desarrollo tan grande en tan corto periodo de tiempo, que no hay ejemplo de haberlo conseguido ciencia alguna.

Lavoisier, «Padre de la Química»

A Lavoisier debe Francia el haber ejercido la hegemonía universal en las cuestiones químicas. A Lavoisier debe Francia el haber sido el centro al que concurrían los estudiantes de química para perfeccionar sus conocimientos teóricos y prácticos. A Lavoisier debe Francia cuanto ha sido y pueda ser, si después de la guerra, que con horror hemos presenciado, deduce y toma las lecciones que ha recibido, hace caso de las lamentaciones de sus hombres de Ciencia y sigue el camino que ellos le trazan.

Y a Lavoisier, que fué el alma de la revolución operada en el campo de la Química pura y de la industrial, al *Padre de la Química*, al que gracias a sus investigaciones químicas fundamentales, debemos la libertad en el orden científico, hubo hombres que en nombre de la libertad y pretextando que la República no necesitaba sabios, le hizo guillotinar el 8 de Mayo de 1794, fecha que no debemos olvidar por muchísimas razones, y sobre todo para dedicar un piadoso recuerdo al mártir de la Ciencia, a la víctima de la ignorancia, de la barbarie, del insensato furor de los que se hacían llamar los amigos del pueblo.

En Alemania fué donde más resistencia encontraron las ideas de Lavoisier, debido a la influencia nefasta de la Filosofía natural; no obstante, a mediados del siglo XVIII, el químico berlinés Marggraff hace un estudio que presentó a la Academia de Ciencias y Bellas Artes de Berlín acerca de la posibilidad de extraer el azúcar de la remolacha, consiguiendo su abaratamiento, puesto que hasta entonces procedía de la caña de azúcar, importándose principalmente de las Indias occidentales y constituyendo un artículo de lujo.

Las ideas de Lavoisier en Alemania

Marggraff y la industria azucarera Es a Marggraff a quien se debe el fundamento de la actual industria azucarera, siendo su alumno Francisco Carlos Achard, con la ayuda del rey de Prusia, quien montó en tierras de Silesia la primera fábrica de azúcar de remolacha, dando carácter industrial a los trabajos de su maestro.

Quienes se dedicaban en Alemania al estudio de la Química tenían desde este punto de vista una educación deficiente, y para completarla marchaban a Francia y a Suecia, de donde salieron Liebig y Wöhler, el primero formado en París al lado de Gay-Lussac y cuyo primer trabajo fué acerca del ácido fulmínico; el segundo estudió en Suecia con Berzelius, y a Wöhler se debe la primera síntesis orgánica: la de la urea, verificada el año 1828.

Orientaciones de Liebig

Liebig inauguró en 1825 el célebre laboratorio de la Universidad de Giessen, en cuya instalación se notaba el ambiente del de la Escuela Politécnica de París; fué a Liebig a quien debe Alemania la orientación tomada en el campo de la Química pura y de la industrial; fué a Liebig a quien debe Alemania el que, gracias al perfeccionamiento y mejoramiento de sus laboratorios, hayan acudido a ellos gran número de extranjeros para estudiar o perfeccionar sus conocimientos químicos.

En los comienzos del siglo XIX las explotaciones químico-industriales son relativamente pocas y pequeñas; en cambio, en los albores del siglo XX, constituyen una gran industria, poseyendo a su servicio las fábricas más grandes del mundo, las que ocupan mayor extensión y tienen mayor número de obreros; así se explica que en el año 1901 el valor de los productos químicos exportados por Alemania fuese de 410 millones de francos.

Progresos de las industrias químicas

Desde los comienzos del siglo XIX la Industria química ha ido progresando, al principio paulatinamente, pero desde fines de éste hasta la fecha el progreso ha sido rapidísimo; y para que sirva de ejemplo citaremos algunas de estas industrias, por ser imposible el hablar en estos momentos de todas ellas.

Aunque el fósforo había sido descubierto por Brand en el

año 1669, extrayéndole de la orina, se tardó mucho tiempo en dar un método más práctico para su obtención, conseguido lo cual fué cuando en 1833 se fabricaron las primeras pajuelas fosfóricas, utilizando como parte inflamable el fósforo ordinario; pero como quiera que su manipulación es peligrosa por la facilidad con que se inflama, por ser sus vapores venenosos, y como en 1844, E. Kopp descubrió el fósforo rojo, que ni es espontáneamente inflamable, ni es venenoso, sustituyó éste a aquél en la fabricación de las cerillas fosfóricas, higienizándose esta industria; con esta base se fabrican las llamadas *cerillas de Viena*, formadas por una mezcla de fósforo rojo, clorato potásico, sulfuro de antimonio, arena y cola, y su inflamabilidad se produce por frotamiento sobre un cuerpo cualquiera; *las cerillas higiénicas o suecas*, impregnadas de una pasta hecha con clorato potásico y sulfuro de antimonio, iluminanse mediante su frotamiento sobre un cartón que contiene una pasta hecha con partes iguales de fósforo rojo, pirita de hierro y sulfuro de antimonio.

Industria de las cerillas fosfóricas

Descubrimiento y aplicación del fósforo rojo

Es tal la importancia de ésta al parecer insignificante industria química, que Suecia exporta más de diez mil toneladas de cerillas; Alemania en 1891, exportó por valor de más de dos millones de francos, y nosotros hemos producido y consumido en el año 1920, por valor de más de treinta y un millones de pesetas. ¡Y cuidado que nuestras fábricas y nuestras cerillas son antiguas y malas!

Importancia económica de esta industria

Ya hemos dicho que la invención del jabón corresponde a Alemania en la más remota antigüedad, y casi como era practicada en esta época fué transmitiéndose de siglo en siglo hasta que los hermosos trabajos de Chevreul acerca de los aceites y de las grasas determinan no solamente la creación de nuevas ramas de la industria química, la de los aceites, grasas y glicerina, sino que aporta grandes beneficios en la fabricación del jabón, paralelamente a la cual se ha desarrollado también la de la sosa, poderoso auxiliar de la primera, y por el mejoramiento y perfeccionamiento de ambas industrias se ha conseguido que el jabón, artículo

Trabajos de Chevreul

de lujo en la antigüedad, sea hoy un producto asequible a todas las clases sociales, puesto que actualmente se pueden emplear y emplean en su fabricación una porción de aceites y grasas de bajo precio, de los que unos no se conocían; otros, como se ignoraba su naturaleza, no se sabía si podían utilizarse, y otros, por efecto de su olor repugnante, no eran empleados. Unos y otros nos sirven en la actualidad, pues incluso el aceite de pescado, de olor repugnante, se le utiliza desodorándolo previamente mediante su hidrogenación en presencia del níquel.

Progresos de la industria del jabón

Así como la saponificación se hacía y hace en algunas fábricas—en las españolas en casi todas—por la acción en caliente de la sosa sobre las grasas o aceites, quedando como residuo las aguas glicerinosas, de donde se extrae la glicerina, puede hacerse y se hace en las fábricas del extranjero la saponificación del aceite o de la grasa por medio del vapor de agua sobrecalentado en presencia de pequeñísimas cantidades de ácido sulfúrico, con lo cual se obtiene el ácido graso por un lado y la glicerina por otro; el primero por la acción del carbonato de sosa, producto más económico que la sosa, se saponifica con más facilidad, dando el jabón; y el segundo, previas concentraciones y destilaciones, nos da la glicerina más o menos pura según convenga.

Fundándose en los trabajos de Chevreul, el químico francés Mouries crea en 1869 la fabricación de la manteca artificial, inaugurándose en 1870 en Poissy la primera fábrica, siendo indispensable el empleo de la mejor y más reciente grasa de toro. Alemania produce unos 150 millones de kilogramos al año de manteca artificial.

Liebig y la fabricación de espejos

Estudiando Liebig el aldehído ordinario o etanal, descubre sus propiedades reductoras, y entre ellas la de que al actuar sobre las sales de plata en disolución las reduce, produciéndose un precipitado de plata metálica, que adherida sobre las paredes del tubo de ensayo o recipiente, en el cual se hace la reacción, determina la formación de un espejo metálico, propiedad que más tarde fué utilizada por la industria en la fabricación de los espejos argentíferos, que han

sustituido ventajosamente a los antiguos espejos azogados, de peligrosa fabricación, debido a la acción tóxica de los vapores de mercurio.

Cierto que en la antigüedad comenzaron a emplearse los abonos para aumentar la fertilidad del suelo; pero ello no preocupó gran cosa, hasta que alarmados en algunas regiones de Francia por esta disminución, ofreció la Academia de Burdeos en 1758 y 1765 y la de Montpellier en 1769 premios a quienes consiguieran aumentar esta fertilidad, uno de los cuales fué concedido en 1771 al químico alemán Bergmann por su trabajo titulado «De terris geoponice»; cierto que al químico francés Palissy podemos considerarle como el iniciador de la química agrícola; pero poco se hubiera conseguido a no haber sido por los estudios de Liebig acerca de la vida de los vegetales, estudios que le llevaron a la introducción en Agricultura de los abonos químicos, lo que ha determinado una nueva aplicación para ciertos compuestos y la necesidad de fabricar otros; entre los primeros podemos citar el nitrato de sosa y las sales de potasa, cuyos yacimientos de Stassfurt han proporcionado la mayor parte de la potasa utilizada en Agricultura; entre los segundos citaremos la fabricación del superfosfato, la del sulfato amónico, la de la cianamida, la del nitrato de cal, etc.

Liebig y los abonos químicos

En Inglaterra ha sido donde la industria del ácido sulfúrico había alcanzado mayor desarrollo y de donde se exportaba con más economía a los demás países, debido a las condiciones favorables del trabajo en sus fábricas, al bajo precio del transporte marítimo que le permitía, no sólo adquirir las materias primas azufre de Sicilia primero y las piritas de hierro de España y Portugal después a precio más reducido, sino que también exportar el ácido sulfúrico en

Industria del ácido sulfúrico

*Supremacía de
Inglaterra*

mejores condiciones. Todo ello contribuyó a darle la supremacía en esta fabricación a Inglaterra; pero no se avenían a ello ni los químicos ni los industriales alemanes, y cuando se ideó el método de tostación de las piritas, aun cuando Alemania posee grandes yacimientos de este mineral para seguir la lucha con la industria inglesa, se unieron los fabricantes alemanes y así adquirían en mejores condiciones las piritas españolas, que por su mayor riqueza y más fácil tratamiento, eran preferidas a las propias del país. A partir de este momento la industria alemana del ácido sulfúrico marchó sobre bases más sólidas y pudo sostener victoriosamente la competencia entablada; se mejoraron los rendimientos de las cámaras de plomo, y ya desde 1878 a 1882 se comenzó a fabricar el ácido sulfúrico fumante por el método de Cl. Winkler, o sea el de contacto, que, como sabemos, consiste en provocar por medio de catalizadores la unión directa del gas sulfuroso con el oxígeno.

*El método de
Winkler*

Se perfecciona en forma tal el método de Winkler, que se consigue un gran abaratamiento de este ácido, siendo en 1890 la «Badische anilin und soda-fabrik» la que modifica y perfecciona el método de contacto, gracias a lo cual comenzó a suprimir las cámaras de plomo, ejemplo que han ido imitando las demás fábricas, hasta el extremo de que, en la actualidad, casi ha sido completamente desterrado el antiguo método de fabricación del ácido sulfúrico. En Alemania se emplea en esta fabricación el azufre procedente de la depuración del gas del alumbrado; la blenda o sulfuro de zinc, y sobre todo, las piritas de España, que, como ya hemos indicado, dan mayor rendimiento y, además, se les extrae en Duisbourg y en Hanbourg el cobre que contienen, con lo que su empleo se hace más remunerador; las piritas alemanas se emplean en la fabricación del ácido sulfuroso necesario para la obtención de la celulosa bisulfítica; la tostación de la blenda se hace principalmente en la provincia Renana, extrayendo de ellas parte del zinc y exportándose el resto. La producción de ácido sulfúrico en Alemania durante el año 1897 fué aproximadamente 844.000 toneladas.

El ácido sulfúrico es utilizado en un gran número de industrias químicas, y sobre todo, en la fabricación del sulfato amónico, en la de la sosa y potasa por el método de Leblanc, en la de materias colorantes, etc.

Durante mucho tiempo fué también en Inglaterra donde mayor desarrollo alcanzó la industria de la sosa, pues dada su riqueza en combustible, efectuaba con grandes ventajas económicas la evaporación de las disoluciones salinas que proporcionaban el cloruro sódico necesario para los tratamientos por el método Leblanc. Por ello, durante algún tiempo fueron tributarios de la industria inglesa la mayor parte de Europa; pero comienza a desarrollarse la industria de las materias colorantes y empieza en Alemania a sentirse la necesidad de desarrollar la industria de la sosa. Coincide con este momento histórico, 1870, el giro dado por el genial Solvay al método de fabricación de la sosa por el amoníaco, que en 1838 habían dado Dyar y Henning. Se establece una lucha terrible entre el método Leblanc y el método Solvay, lucha que duró hasta 1880, y durante la cual se encontró en Alemania, gracias a la industria de las materias colorantes, no sólo salida para el ácido clorhídrico que se produce por el método de Leblanc, sino que también necesidad de mayores cantidades de sosa, lo que determinó un equilibrio en la lucha Leblanc - Solvay, equilibrio al que contribuyó el empleo en las grandes fábricas de vidrio del sulfato de sosa, preferentemente a la sosa por su mayor economía. Todo ello contribuyó a que la crisis del método Leblanc en Inglaterra fuese mucho más dura, así como también al vencimiento de la industria inglesa de la sosa.

Industria de la sosa

El método Leblanc y el método Solvay

Hacen su aparición industrial, los métodos electrolíticos, más favorables para la descomposición del cloruro potásico que para la del sódico, debido al mayor peso atómico del potasio. Estos métodos pueden clasificarse en dos grandes grupos, según que sean con o sin diafragma. Entre los primeros está el empleo de láminas porosas de cemento Portland dado por la «Chemische fabrik griesheim-Electron», y entre los segundos el del americano Castner, basado en el

empleo de mercurio. Ambos procedimientos proporcionan además de los álcalis correspondientes, el cloro muy puro de diversas aplicaciones, una de ellas la fabricación del hipoclorito.

Fabricación del carbonato potásico

En la fabricación del carbonato potásico se sigue en Alemania el procedimiento de Engel modificado por Precht, y que consiste en añadir carbonato de magnesia a una disolución saturada de cloruro potásico, hacerle pasar una corriente de anhídrido carbónico para que se forme el carbonato potásico magnésico, el que después de purificado se somete a la acción del agua a 120 grados y presión de dos y media atmósferas; de este modo se precipita el carbonato básico de magnesio mientras queda disuelto el carbonato potásico que se evapora y calcina para terminar la operación. Tal fué el desarrollo de la industria de la sosa alemana, que en 1898, después de haber cubierto las necesidades de su país, se exportó sosa por valor de más de un millón de marcos.

Industria de las materias colorantes

La industria de las materias colorantes está íntimamente relacionada con la de la destilación seca de la hulla; por ello las vamos a reseñar brevemente y entrelazadas.

Runge observó en 1834, que algunos de los componentes del alquitrán de hulla podían formar materias colorantes, observación que unida al conocimiento de la composición de parte de los productos que se retiran del alquitrán de hulla y que dió a conocer Hoffmann, fué el origen de importantes descubrimientos, y por lo tanto la base científica con que ha ido rápidamente desarrollándose la industria que nos ocupa.

El propio Runge obtuvo el año 1836 el ácido rosólico de propiedades tintóreas. En 1845 Guinon, de Lyon, descubre en el ácido pícrico la propiedad que tiene de teñir la seda en amarillo; la murexida o purpurato amónico, de hermoso color púrpura, es estudiada en 1853 por Schlumberger, quien da un procedimiento para su preparación y la aplica como substancia tintórea. En 1856 se descubren casi simultáneamente la moveína de Perkin, discípulo de Hoff-

mann, y el rojo de Natanson, cuyo método práctico de fabricación fué dado en 1859 por Verguin, de Lyon.

A partir de este momento, y aun cuando un eminente químico alemán, Vilhelm Hoffmann, había contribuido muy especialmente al esclarecimiento, y puesta en práctica de la industria de las materias colorantes, es en Francia, y sobre todo en Inglaterra, donde se crea y toma incremento la mencionada industria, contribuyendo a ello, no sólo el que el combustible y los productos de la industria de los ácidos y de la sosa eran más baratos, sino también el poseer el manantial de las materias primas y el gran desarrollo que en ambas naciones había alcanzado la industria del gas.

*Francia e
Inglaterra*

Por fin, venciendo grandes vacilaciones, se decidió Alemania a abrir sus puertas a la industria de las materias colorantes, contando para ello con un gran número de jóvenes químicos dedicados a la investigación. Comenzó una nueva lucha industrial entre Alemania e Inglaterra, análoga a la que se desarrolló entre estas dos naciones en la industria de los ácidos y de los álcalis, y también ahora la ciencia, la investigación, el trabajo metódico y sobre todo la hermandad establecida entre la Química pura y la industrial, vencieron.

Alemania

Fué desarrollándose la industria de las materias colorantes en Alemania, pero siendo tributaria de Inglaterra en lo que se refiere a la adquisición del alquitrán de hulla. En 1881 modifica Inglaterra la fabricación del gas del alumbrado, disminuyendo la cantidad de alquitrán de hulla, así como también la de los carburos benzénicos. Esto creó una crítica situación a la industria de las materias alemanas colorantes; y aun cuando se habían encontrado materias colorantes derivadas del naftaleno, que existe en abundancia en el alquitrán, comenzaron los químicos alemanes a hacer investigaciones para conseguir, sin disminuir la calidad y cantidad de cok, aumentar las cantidades de productos importantes que componen el alquitrán de hulla, y esta utopía fué resuelta por Otto, Hoffmann, Brunck y otros, con lo que se da un gran impulso a la industria de la destilación del

alquitrán y también a la de las materias colorantes, fenol, piridina, impregnación de maderas, etc., etc.

Así como en las fábricas de gas se procura dejarle parte de los vapores de benzeno para que no pierda su poder iluminante, en las coquerías, no hace falta esto, sino que se desea un gas con poder calorífico, y de aquí el que se separan por completo los vapores de benzeno, bien por congelación, bien por disolución en aceites, método preferido, y tal fué la cantidad de benzeno así obtenida, que su valor sufrió una gran depreciación.

Materias primas

En los comienzos de la industria de las materias colorantes se empleaba como materia prima la mezcla de cuerpos; pero gracias a los incesantes trabajos de los químicos, se emplean hoy en estado de pureza. El benzeno, el tolueno y el xileno son industrialmente separados, así como también los tres xilenos, bien como tales carburos, bien como derivados aminados; el naftaleno es fácilmente purificado; lo mismo le ocurre al antraceno, para lo cual basta con disolverle en la piridina, la que también se usa como desnaturante; el carbazol se le utiliza en la preparación de preciosos colorantes.

Productos intermediarios

Gracias a la industria de las materias colorantes, la industria químico-inorgánica da salida a grandes cantidades de productos, pues los cuerpos procedentes de la destilación del alquitrán de hulla se han de transformar en productos intermediarios para la fabricación de las materias colorantes.

La anilina se consume en grandes cantidades en las fábricas de indianas y en las tintorerías de algodón; los dos isómeros que se obtienen por la nitración del tolueno se separan completamente por destilación fraccionada en el vacío; por ser el naftol la materia prima más importante de los colores azoicos, las fábricas de dicho producto han alcanzado un grandísimo desarrollo; la fabricación de la fucsina y la de sus derivados han perdido importancia por el descubrimiento de otras materias colorantes, cuya fabricación da rendimientos casi teóricos, y cuyos productos secundarios

tienen valor, cosas ambas que no ocurren en la fabricación de la fucsina.

Los colorantes azoicos han alcanzado una gran preponderancia, debido a que se prestan al tintaje de la seda, de la lana y otros del algodón, sin necesidad de recurrir al empleo de los mordientes; a estos colores se les llaman *substantivos, directos* o *inmediatos*; el primer tipo de esta serie fué el rojo Congo, cuya resistencia a los agentes atmosféricos, al lavado, etc., no pasa de ser regular; en cambio, los que le han sucedido, y que son muchas centenas de tipos, presentan mayor resistencia, respondiendo a las más diversas necesidades.

*Colorantes
azoicos*

Los colorantes sulfurados hicieron su aparición en Francia, proporcionando nuevos sucedáneos a los colorantes de las maderas de tintaje.

*Colorantes
sulfurados*

En 1874 hizo su aparición el cachu de Laval; más tarde Croissant y Bretonnière obtuvieron otros colorantes pertenecientes a este tipo, y hasta 1893, en que Vidal dió a conocer su negro, la industria de los colorantes sulfurados permaneció estacionada. Posteriormente se han preparado colorantes de matices azules, verdes y violetas.

La síntesis del índigo es una de las mayores conquistas de la ciencia, y constituye, por lo tanto, el hecho más saliente de la historia de las materias colorantes. En 1880 el profesor Baeyer dió definitivamente la constitución del índigo, así como también diferentes métodos para su preparación sintética, métodos inaplicables a la industria, porque en el proceso químico seguido se formaban isómeros sin inmediata aplicación; en estas condiciones apareció el método de Heumann, que convenientemente perfeccionado sirve en la Badische para la fabricación del índigo. El punto de partida es el naftaleno, que de los componentes del alquitrán de hulla es el que se retira en mayor cantidad y el más económico.

*La síntesis
del índigo*

La importancia de la síntesis del índigo se comprende con sólo saber que el valor del índigo natural es de 75 millones de francos al año. Para dar una idea de la rapidez con

que se ha desarrollado la industria de las materias colorantes y su importancia en Alemania, diremos que, cuando se fundó en el año 1865 la «Badische anilin und soda-fabrik», contaba con 30 obreros, que en 1875 se convirtieron en 835, en 1885 en 2.377, en 1890 eran 4.600, y en 1900 más de 6.500; el número de químicos era de 150. Hay que suponer que en los momentos actuales será mucho mayor el número de obreros y el de químicos. Téngase en cuenta que en Alemania existen otras fábricas, si bien no son de la importancia de la Badische.

Progresos de la Química en el siglo XX

En los 20 años que han transcurrido del siglo presente, la química pura y su hija la industrial han progresado de un modo rapidísimo, como no se podría esperar que ocurriese.

Ya en el último tercio del siglo XIX comenzó a iniciarse la supremacía de la industria química alemana sobre la francesa y la inglesa, la que hubiera continuado en progresión ascendente a no haber estallado la guerra que hemos presenciado y que ha llevado a Francia el convencimiento de la necesidad imprescindible del mejoramiento de sus laboratorios químicos oficiales, así como la creación por parte del Estado y de los particulares de nuevos centros de investigación y de aplicación de los conocimientos químicos. Debido a esta inferioridad de su industria química, y a pesar de no estar bloqueados, han tenido los franceses e ingleses, y sobre todo los primeros, que vencer grandes dificultades en el orden químico, no sólo en el sentido de la ampliación de las fábricas que ya poseían y en la transformación de otras, sino que también implantando nuevas fabricaciones, cuyos productos les eran indispensables para la guerra.

Los productos químicos y la guerra

Vamos a reseñar brevemente algunos de los productos químicos utilizados en la guerra, así como también las dificultades que para su fabricación han encontrado los beligerantes y la forma cómo han sido resueltas.

Explosivos

La mayor parte de los explosivos utilizados en la actualidad, son sustancias orgánicas nitradas, siendo indispensables para su fabricación *las sustancias orgánicas, el ácido sul-*

fúrico y el nítrico. Veamos el modo de proporcionárselas en Francia y en Alemania.

Generalmente, las sustancias orgánicas utilizadas pertenecen al grupo de los hidrocarburos aromáticos y de los fenoles que se extraen del alquitrán de hulla; pero, como quiera que en Francia la industria del cok metalúrgico y la del gas del alumbrado se habían estacionado, tuvieron que valerse de los bencoles ingleses y de los extranjeros para hacer frente a las necesidades de la guerra y montar rápidamente *la coquificación con recuperación*, para de este modo aumentar el rendimiento en benzeno y producir, si no un exceso, por lo menos la cantidad necesaria de materia prima a nitrar.

En Alemania, hemos visto al hablar de las materias colorantes, los progresos experimentados por la industria de la destilación de la hulla y la forma como en las coquerías habían conseguido aumentar la cantidad de benzeno producida, con cuyo recuerdo, y teniendo en cuenta que disponían de minas de hulla, de lignito y madera para destilar, se comprenderá fácilmente que a no haber sido por su completo aislamiento del resto del mundo, dada su buena preparación industrial, nada hubiesen sufrido.

La mayor parte de la producción de ácido sulfúrico en Francia era utilizada en tiempo de paz en la fabricación de los superfosfatos necesarios en su país; pero como esta producción era relativamente corta, unas 200.000 toneladas de ácido de las cámaras de plomo y 6.000 toneladas del ácido fumante, y como durante la guerra gran parte de sus fábricas habían sido ocupadas o destruidas por el enemigo, y las necesidades en ácido sulfúrico habían aumentado extraordinariamente, se valieron del proporcionado en el extranjero, y ampliaron y montaron nuevas fábricas, hasta el punto de producir en el año 1917 dos millones de toneladas de ácido de las cámaras y 300.000 toneladas por el método de contacto.

En Alemania se producía antes de la guerra el ácido sulfúrico necesario para las demás industrias químicas y para exportar; es decir, que poseían gran número de fábricas que

*Materias
sustitutivas*

a lo sumo con una mayor o menor ampliación, podían suministrar el ácido sulfúrico necesario; pero debido al bloqueo, no podían proporcionarse las piritas españolas, por lo cual emplearon en mayor escala las suyas, hicieron investigaciones y encontraron nuevos yacimientos de piritas, echaron mano de la blenda o sulfuro de zinc, de las masas de depuración del gas del alumbrado, cuyo sulfuroso les servía para la preparación del sulfito necesario en la obtención de la pasta de madera; el bisulfato de sosa, residuo de la fabricación de explosivos, era en parte empleado en la fabricación de superfosfatos; la acción del gas carbónico y del amoníaco sobre el sulfato de cal, les sirvió para preparar grandes cantidades de sulfato amónico, y finalmente intentaron preparar el sulfúrico partiendo del sulfato de cal, aun cuando parece no dió resultado este procedimiento.

Acido nítrico

El ácido nítrico, que como sabemos, se prepara mediante la acción del ácido sulfúrico sobre el nitro de Chile, aumentó su consumo de un modo considerable, y como, por efecto de la guerra submarina, había disminuido la facilidad de transportar el nitro de Chile, no hubo más remedio en Francia que resolver el problema de la preparación sintética del ácido nítrico, oxidando directamente el nitrógeno atmosférico o el amoníaco.

*El procedimiento
de Haber*

En cambio en Alemania, con anterioridad a la guerra, habían montado y empezado a funcionar en la «Badische anilin und soda-fabrik» el procedimiento de Haber para la obtención sintética del amoníaco, procedimiento que consiste en calentar a unos 500°, a 200 atmósferas de presión y en presencia de catalizadores, una mezcla de hidrógeno y nitrógeno; de este modo obtenía Alemania grandes cantidades de amoníaco, que, oxidado, les proporcionaba un buen stock de ácido nítrico.

*Los aprovisiona-
mientos de alcohol*

El aprovisionamiento de alcohol ha sido también un problema bastante difícil para Francia, pues las regiones donde se obtenía en mayor cantidad habían sido ocupadas por los alemanes; ello obligó a los franceses a aumentar la producción en las destilerías que les quedaban, así como

también a la adquisición de grandes cantidades de alcohol y líquidos alcohólicos y al estudio de su producción sintética, cosa que consiguieron fijando el agua sobre el acetileno e hidrogenando el etanal obtenido; pero estos ensayos no han llegado a tiempo para producirle industrialmente.

En Alemania, sufrieron hasta el fin de la guerra una gran penuria en alcohol, debido a que las patatas y los granos, que en tiempo normal se utilizaban, mediante su fermentación y posterior destilación, para fabricar alcohol, eran precisos como alimento. Recurrieron a una porción de medios para obtenerle, como son: la destilación de las melazas; la de la pulpa de remolacha mezclada con las melazas; la transformación del azúcar existente en las lejías bisulfíticas procedentes de la fabricación de la pasta de papel; la directa sacarificación de la madera, cuyo azúcar por fermentación da el alcohol, así como también a las grandes plantaciones de remolacha hechas en Bélgica y en la Francia invadida, y claro está que a la adquisición de alcohol en los pocos países cercanos y con los que no estaban en guerra.

No vamos a discutir si con arreglo a los convenios de La Haya, podían o no emplearse los gases de combate, sino que encontrándonos en presencia de un hecho consumado, vamos a ver la relativa facilidad con que unos beligerantes los producían y las grandes dificultades que tuvieron que vencer otros, para tenerles en cantidad suficiente para su empleo como arma de combate. *Gases de
combate*

Dice el Dr. Moureu en su obra «La Chimie et la Guerre Science et Avenir», que en el campo de batalla se entiende por gas de combate los gases puros, las mezclas de gases, los líquidos pulverizados o vaporizados y los sólidos muy divididos; es decir, todos aquellos cuerpos que, sea cual fuere su estado físico, hacen la atmósfera irrespirable. Teniendo en cuenta el tiempo que estos gases pueden subsistir, se les divide en fugaces y persistentes, y por su acción sobre el organismo pueden ser sofocantes, tóxicos, lacrimógenos, vejicantes y estornutatorios.

Inútil es relatar la sorpresa e indignación que en los ejércitos aliados produjo el empleo por sus enemigos de los gases de combate, así como también la movilización de químicos, médicos y farmacéuticos que se tuvo que hacer, no sólo para contestar a sus adversarios con iguales armas, sino que también para proteger a las tropas de los efectos siempre nocivos de los gases de combate.

Para conseguir tanto la protección como el ataque se crearon varias comisiones y se utilizaron los laboratorios químicos oficiales y particulares, al frente de los cuales se pusieron los más eminentes químicos franceses, dedicándose unos al análisis de los gases recogidos en las trincheras o procedentes de los proyectiles que no habían hecho explosión, gases recogidos por el cuerpo que se creó de químicos auxiliares; otros a los ensayos en el laboratorio y a la industrialización de aquellos gases que habían dado el resultado apetecido. Como los alemanes cambiaban de tiempo en tiempo el gas de combate, el trabajo a que estaban sometidos los químicos franceses era improbable, pues no solamente tenían que estar constantemente analizando y buscando protectores, sino que también nuevos gases para lanzarlos sobre sus enemigos y producir en su campo la misma desorientación que ellos experimentaban.

*Alemanes
y franceses*

Debido a la diferente potencialidad existente entre la industria química alemana y la francesa, mientras los primeros poseían antes de la guerra fábricas para la producción electrolítica de la sosa y del cloro, primer gas de combate utilizado, los segundos recurrieron al cloro inglés y al italiano, y no siendo éste suficiente, tuvieron que proceder al montaje de fábricas de cloro. Lo mismo les aconteció con el bromo y otros cuerpos que sería prolijo el enumerar.

Con el bloqueo de Alemania consiguieron los aliados privar al pueblo alemán de una porción de productos indispensables, no sólo para el sostenimiento de la guerra, sino también para las necesidades corrientes de la población civil; entre estos productos citaremos las materias grasas y sus derivados, y el caucho.

Las materias grasas que consumía Alemania en tiempo de paz para las necesidades de su industria, era de unas 400.000 toneladas y unos 70 gramos diarios por individuo para la alimentación; y como la mayor parte de estos aceites y grasas eran importados, se tuvo que restringir el empleo en las fábricas y en la alimentación del pueblo; aprovechar dedicándolos a usos industriales los aceites y grasas de pescado, de los huesos, de las carnes averiadas, de los cadáveres de animales; de las aguas residuales de los hoteles, hospitales, etc.; ensayar la extracción de aceites y grasas comestibles de buen número de granos y de frutas, tales como los granos de jahuco (fruto del haya) y de tilo; pepitas de uva y de manzana y pera y otros muchos; de los cuales dieron buen resultado la extracción del aceite de jahuco, de tilo y de las pepitas de la uva; emplear en la alimentación y en mayor proporción los aceites de lino y de colza; con el mismo fin se utilizaron los ácidos grasos procedentes de la fabricación de la glicerina, para lo cual se les transformaba en esteres etílicos y en la proporción del 20 por 100; sustitulan estos esteres a los de la glicerina en las materias grasas ordinarias.

Las materias grasas

Como la base para la fabricación del jabón son los aceites y las grasas, y de ellos había escasez, se buscaron los sucedáneos, utilizándose como tales los productos aluminosos u otros adicionados o no de jabón y los productos a base de jabón de resina; el jabón aluminoso se hacía con arcilla exenta de arena y de hierro, suero sanguíneo, cola salicilada o boricada (para evitar la fermentación) y saponina (para producir espuma), bajo la forma de polvo de madera de Panamá o harina de castaño de la India; se obtenían buenos resultados hasta con jabones que contenían el 90 por 100 de arcilla.

Sucedáneos para la fabricación del jabón

Los polvos para el lavado hechos con carbonato sódico o potásico, silicatos solubles, saponina, perborato, etc., y una pequeña cantidad de jabón; el jabón de resina del Comité de guerra fabricado con ácidos, grasos o resinosos (del 5 al 20 por 100), arcilla y carbonato de sosa; los jabones para los

usos industriales fueron más difíciles de sustituir; por ello, para su fabricación se recurrió a nuevos procedimientos de obtención y recuperación de las grasas, salvándose con ello el compromiso de suministrar jabón a las industrias del cuero, las textiles, las del blanqueo y de la tintorería.

Obtención sintética del jabón

Procedieron, además, los químicos alemanes a la obtención *sintética del jabón*, para lo cual los aceites del alquitrán, obtenido por destilación de los lignitos, los sometían a la acción del ozono; los ozonidos formados se les saturaba con potasa o sosa cáustica, conseguido lo cual, y mediante la acción del vapor de agua, se les separaban los compuestos aldehídicos y cetónicos, la solución que quedaba y que contiene el jabón se clarificaba por decantación y tratamiento por benceno, y a su vez se le ozoniza, y la nueva solución evaporada en el vacío da un excelente jabón alcalino; los ensayos industriales dieron un buen resultado.

Sucedáneos de la glicerina

Respecto a la glicerina, lo que se hizo principalmente fué el buscarle sucedáneos, como las soluciones acuosas de cloruro cálcico, el glicol etilénico, el lactato de sosa (perglicerina) y el lactato de potasa (perkaglicerina), etc., etc.

Sucedáneos del caucho

Respecto a la cuestión del caucho, si bien es verdad que al comenzar la guerra tenían los alemanes un buen stock de dicho producto; que mediante sus submarinos comerciales pudieron adquirir de los Estados Unidos para transportar a su país unas 800 toneladas; que recurrieron a sustituir el caucho por otros productos; que le regeneraban, es decir, que el caucho usado, añadiéndole una cierta cantidad de nuevo, lo volvían a poner en uso; es también cierto que sus químicos estudiaron con más detenimiento y trataron por todos los medios de resolver el problema de la producción sintética del caucho, consiguiendo en el año 1915, añadiendo aceite al metilcaucho, hacer pequeños bastones lisos para la fabricación de antenas, las células de los acumuladores, sustituir al natural en las cubiertas de neumáticos y en otros usos, produciendo a fines de dicho año muchos cientos de toneladas, con lo cual no sólo salvaron su crítica situación, sino que también es fácil que en la post-guerra

lancen al comercio el caucho sintético para luchar con el natural, prestando un buen servicio a la humanidad.

Hasta para poder sustraerse a un enemigo más poderoso, da solución la química; dígalos si no la batalla naval de Jutland, de la cual escapó sin experimentar un desastre la flota del almirante Von Sheer de las escuadras de los almirantes Jellicoe y Beatty, gracias a la producción por parte de los alemanes de nubes artificiales, valiéndose para ello de la propiedad que posee de dar humos blancos densos la mezcla de clorhidrina sulfúrica, anhídrido sulfúrico y el vapor de agua presente en la atmósfera. Otros fumígenos han sido utilizados por los alemanes, así como también por los franceses, pues es evidente que gracias a estas nubes artificiales, se quitan al enemigo puntos de referencia, y los barcos o las tropas pueden ejecutar los movimientos que más convengan a sus fines.

La Química en la guerra por mar

Sin el auxilio de la Química para hacer respirable la atmósfera herméticamente cerrada de los submarinos, no hubieran tenido eficacia alguna como arma de combate.

Es indispensable el restituir a estas atmósferas el oxígeno consumido en la respiración de sus tripulantes, así como también el separarles el anhídrido carbónico y el hidrógeno arsenical de que se cargan, por los fenómenos respiratorios el primero y por los gases desprendidos de los acumuladores el segundo. La restitución del oxígeno y la separación del anhídrido carbónico lo resolvió la química utilizando la propiedad que tiene el peróxido de sodio de dar por la acción del agua en frío, el oxígeno y la sosa cáustica en disolución, la que absorbe el anhídrido carbónico, dando el carbonato sódico, destruyendo al mismo tiempo los gérmenes de que se cargan las atmósferas confinadas. La separación del hidrógeno arsenical la resolvieron los franceses, fijándole mediante el empleo de aparatos especiales, bien con el permanganato, bien con el nitrato de plata.

Las materias colorantes, han sido también necesarias durante la guerra para distintos usos, y especialmente para el tintaje de los uniformes, los que debe procurarse sean de

Las materias colorantes durante la guerra

un color lo más invisible posible; los medicamentos químicos, las conservas alimenticias, las pólvoras, el jabón, los productos microbiológicos, los metales y sus aleaciones, los cuerpos radioactivos, los luminicentes, los productos fotográficos, los vidrios ópticos, la impermeabilización de las telas, las harinas para la fabricación del pan, la tenería o fabricación de curtidos, etc., etc., han sido poderosos auxiliares de los ejércitos combatientes, todos ellos productos necesarios, y cuya industrialización han tenido que realizar las naciones aliadas.

Ejemplos como los anteriores podríamos citar muchos, pues grandísimo e indispensable es el papel desempeñado por la Química antes de la guerra y durante la guerra.

*La Química y las
naves aéreas*

Un gran número de cuerpos químicos es indispensable para la vida y progreso de la humanidad; así, por ejemplo, los aeroplanos y dirigibles no hubieran hecho su aparición ni causado la admiración de las gentes, admiración experimentada hacia el ingeniero inventor y el constructor, si no hubiera habido químicos que, mediante su constante trabajo en el laboratorio, encontraran el barniz con que han de barnizarse sus alas, y que ha de reunir la indispensable condición de su impermeabilidad y la poca sensibilidad a los agentes atmosféricos; si los químicos no hubiesen encontrado la bencina o gasolina, que, introducida en forma pulverulenta en los cilindros o cámaras de explosión, y provocada ésta en presencia del aire, produce calor y cuerpos gaseosos que tienden a ocupar el mayor espacio, origina una cierta fuerza que, mediante mecanismos ingeniosos, se transforma en movimiento; la Química es la que ha dado a conocer los aceites y grasas que, tanto en los motores de aviación como en los de automóviles, deben emplearse.

Y, sin embargo, los químicos y la Ciencia química han estado huérfanos de la protección oficial y particular en la mayor parte de Europa.

*El secreto de la re-
sistencia alemana*

El Dr. Moureu, en el libro que anteriormente hemos citado y en su página 199, dice: «Una de las características

de la gran guerra fué, por lo tanto, el aislamiento económico de Alemania. Es, gracias a la ciencia de sus técnicos, de sus químicos, por lo que ella pudo resistir tanto tiempo». Como vemos, no puede hacerse mayor elogio de los hombres de ciencia alemanes.

Estamos completamente de acuerdo con la opinión del Dr. Moureu, pero creemos, y nadie nos convencerá de lo contrario, que los países aliados deben gratitud eterna, no sólo a sus soldados que han sido el instrumento, sino que también a sus técnicos, y muy especialmente a sus químicos e ingenieros, quienes mediante un esfuerzo gigantesco y con una gran dosis de abnegación para el trabajo y de patriotismo, han sabido vencer y resolver las críticas circunstancias por que han atravesado, y demostrado, por lo menos en Francia, la gran inteligencia que poseen, patrimonio de la raza latina.

*La Química y la
victoria aliada*

Dentro de mi pequeñez, siendo admirador de la ciencia química alemana en sus múltiples manifestaciones, no puedo menos de confesar públicamente la veneración que siento y experimento hacia los químicos franceses, que mediante un titánico esfuerzo, sin que hasta ahora haya demostrado el pueblo francés su agradecimiento a los mismos, han vencido dificultad tras dificultad, demostrando su patriotismo y olvidando en los momentos de peligro para su patria, el desdén con que tanto el pueblo como sus gobiernos han mirado las cuestiones de la enseñanza química que ha sido deficientísima en lo que se refiere a la instalación y servicio de los laboratorios químicos.

Como claramente se ve, este modesto trabajo no tiene más alcance que la exposición de algunas aplicaciones de la Química a la Industria.

Todo el gran progreso industrial, por el que se ha transformado en manantiales de riqueza lo que sólo era materia improductiva, es debido al estudio de los hombres que han

*Origen del pro-
greso industrial*

puesto su inteligencia al servicio de las Ciencias Físico-Químicas.

El Químico no es un creador, es sólo un obrero cuyo campo de acción no tiene límite, pues penetrando sus trabajos de investigación en lo más profundo de la materia, llega hasta sus átomos, y esa materia, objeto de su investigación y experimentación; puede ser modificada en su forma, pero la materia no desaparece, sino que se transforma.

La Química como fuente de riqueza

No debe admirarnos que la Química haya sido considerada como la más alta creación del espíritu humano y, por lo anteriormente expuesto, que haya sido, es y será el campo más fecundo para el progreso industrial, fuente inagotable de riquezas, hoy más que ayer, mañana más que hoy.

En el vasto campo de la industria, nuestra imaginación no tiene límites, y aquellas maravillas más sorprendentes que se creyeron irrealizables son hoy hechos consumados.

Lavoissier y el progreso industrial

Cuando después de Lavoissier la Química adquirió su verdadero carácter científico, fundamentado en bases sólidas, íntimamente enlazada con la Física como hermana y con la Farmacia, hija ésta predilecta de ambas, es cuando la industria levanta sus vuelos, elevándose a la altura gigantesca de que hemos hecho anteriormente mención.

La Química y las evoluciones sociales que determina

Las Ciencias exactas con sus fórmulas matemáticas de aplicación, el estudio y utilización de la fuerza expansiva del vapor, la electricidad, la luz, la hulla blanca sustituyendo a la negra, los grandes progresos de la Química en sus distintas ramas, han transformado la industria, el comercio, la medicina, y como hemos visto, hasta el arte de la guerra.

¿Cuál será el mañana? Imposible es hacer cálculos ni vaticinios para ese porvenir que se vislumbra.

La Ciencia sigue su marcha progresiva; es posible que aparezcan nuevos cuerpos, nuevas fuerzas; que lo que hoy consideramos como verdad fundamental sea abandonado y sustituido por otras verdades.

La nueva guerra en el campo científico

Hemos presenciado con gran regocijo la terminación de la lucha en los campos de batalla, durante la cual se ha derrochado la Ciencia química en sus múltiples aplicacio-

nes; ahora presenciaremos una nueva guerra que se entablará en el campo de la Ciencia pura y la aplicada, entre los antiguos beligerantes; y en la que vencerá la nación que mejor dotadas tenga sus enseñanzas científicas, y en especial las químicas.

Debemos cultivar el estudio de la Química, pues ella ofrece un brillante porvenir a nuestra juventud estudiosa, que no debe olvidar que caminamos a pasos agigantados al cumplimiento de aquella máxima evangélica «ganarás el sustento con el sudor de tu frente». Tened en cuenta que el trabajo dignifica, conduciéndonos por el camino del bien, mientras la holgazanería es el germen de la delincuencia, y no olvidaos que la posesión de un título académico, sin los conocimientos que supone, no es más que un diploma que servirá para adornar vuestros despachos y llenar la segunda línea en las tarjetas de visita.

Conclusiones de este estudio

Claro es que han de transformarse radicalmente nuestras enseñanzas, y es de esperar que se inicie pronto la obra, puesto que hoy se encuentra al frente del Ministerio de Instrucción Pública el Excmo. Sr. D. César Silió, que en el año 1914 publicó el libro «La educación nacional», en el cual traza de mano maestra las deficiencias de nuestra enseñanza, y, con gran conocimiento del estado general de la misma en toda Europa, da el bosquejo de lo que debe ser la enseñanza en España.

La obra del Sr. Silió

Dice el Sr. Silió: «La Universidad en España no cumple su misión de alta cultura...»

Llegó tal vez ya el momento de que la Universidad Española pueda cumplir esa desinteresada y nobilísima misión: los Reales Decretos de 31 de Mayo de 1919 y el recentísimo aprobando nuestros Estatutos, inician este nuevo período de esperanzas, que la Universidad autónoma aborda con ánimo resuelto para convertirlas en fructíferas realidades.

Mas recogiendo las palabras del Sr. Silió antes citadas, justo será reconocer que no es el profesorado culpable de que la indisciplina en los de abajo y la falta de autoridad en los de arriba hayan creado un estado anárquico, y con ello la

Vindicación del Profesorado

perturbación en los centros de Enseñanza; no es el profesorado culpable de que en las clases eminentemente prácticas, y en especial las químicas, no disponga de laboratorios bien instalados y dotados del material necesario, así como también de tiempo y personal auxiliar; no lo es tampoco de que haya habido ministros que en documento oficial leído en las Cortes hayan dicho que «la gran superioridad de los técnicos extranjeros sobre los nuestros para todo aquello que sea trabajo de aplicación inmediata está precisamente en que su educación abarca el Arte y la Ciencia de la Ingeniería; aquellos técnicos saben proyectar y hacer; los nuestros proyectan mejor que ellos, pero carecen, en general, por falta de práctica, de toda habilidad manual, y en ese sentido y comparados con los que salen de las Escuelas técnicas extranjeras, son aquéllos superiores a los nuestros», y, sin embargo, nada hicieron para intensificar y dotar bien las enseñanzas prácticas, y en los archivos del Ministerio de Instrucción pública existen varias consultas debidamente informadas por los respectivos claustros, en todas las cuales puede verse cómo el profesorado ha expuesto siempre la necesidad de un estudio más amplio y profundo de las Químicas (hablo de nuestra sección); ha pedido un día tras otro laboratorios, material de enseñanza y personal auxiliar y subalterno; ha pedido recursos para visitar fábricas y talleres; ha pedido aumento de trabajo sin aumento en la retribución, y, finalmente, ha protestado contra las excesivas vacaciones y, por lo tanto, contra la corta duración del curso académico.

*Las exigencias de
la investigación*

Dada la importancia que tiene el estudio de la Química, es necesario que la enseñanza teórica se refuerce extraordinariamente con los trabajos de laboratorio, y que los estudios tengan por objeto, no sólo la investigación científica, sino también la aplicación industrial, de modo que al ganar un alumno el título de licenciado o doctor, tanto el Estado como el profesorado le hayan dejado en condiciones de poder investigar por su cuenta o poder dirigir y perfeccionar, si preciso fuera, la fábrica en la que preste sus servicios.

Es también necesario que la clase patronal y la obrera sean fieles cooperadores del Estado y del Profesorado; y para inducirles a ello, les recordaré lo que hace próximamente un siglo decía el Dr. Carbonell Font en una alocución dirigida a los industriales químicos y estampada en su versión española de las *Lecciones de Química Elemental*, de M. J. Girardin: «No olvidéis vosotros, que sin disputa constituís una de las más útiles y especiales clases de la sociedad, que para progresar en las artes y salir de una vez del carril de la rutina, es indispensable afanarse por escudriñar e investigar la razón o el por qué de los resultados de vuestras manipulaciones. Lo conseguiréis estudiando la Química. En esta ciencia hallaréis un manantial inagotable de conocimientos que os iluminarán a manera de antorchas en las complicadas operaciones que practicáis en vuestras fábricas y talleres.»

*Colaboraciones
indispensables*

Esto que el sabio profesor de Química de la Universidad de Barcelona pedía que se hiciera en España, se realizaba en Francia y en Inglaterra, donde se publicaban pequeños compendios de Física y de Química dedicados a los operarios de fábricas y talleres, escritos al alcance y comprensión del simple jornalero.

Es, además, indispensable que nuestros industriales se unan creando asociaciones iguales o análogas a las alemanas, estando en constante contacto con la Universidad, a la que, lejos de mirar con indiferencia, deben halagar pidiéndole su ayuda y cooperación.

Es preciso que la clase patronal procure educar a la obrera en la industria a que se dedique, estimulándola al trabajo, no sólo con aumentos graduales en sus jornales proporcionados a sus progresos, sino que también creando escuelas, cooperativas y otras instituciones análogas.

Al obrero le interesa instruirse para dejar de ser un mero instrumento, convirtiéndose en elemento de trabajo; no considerar al capital como su enemigo, sino como compañero inseparable, ya que juntos han de contribuir al engrandecimiento de nuestra patria.

*Un ejemplo
estimulante*

Y, finalmente, quiero evocar otro recuerdo: el Dr. Garçon, en su «Tratado general de las aplicaciones de la Química», publicado en 1901, atribuye el florecimiento de Alemania y de su industria a la instrucción química que se da a la juventud en profusión de laboratorios dirigidos por sabios maestros, lo que determina su pronta colocación como directores de fábrica, como contra maestros, ayudantes o viajeros.

Por cuanto llevo dicho, creo que reconoceréis la necesidad del engrandecimiento de nuestra industria química y, por lo tanto, de nuestra nación. Con dicho fin, he molestado vuestra atención disertando acerca de la *Influencia de la Química en la Economía Nacional*.

*Terminóse la impresión de este Cuaderno el día
30 de Septiembre de 1921.*