

ANALES

DE LA

UNIVERSIDAD DE VALENCIA

AÑO X * 1929-1930

CUADERNO 73

La Química al servicio de la Patria

DISCURSO LEIDO EN LA SOLEMNE APERTURA
DEL CURSO ACADÉMICO DE 1929 A 1930

Por el Doctor Don JOSÉ GASCÓ Y OLIAG
CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

EXCMO. SR.:

EXCMOS. E ILMOS. SEÑORES:

SEÑORAS, SEÑORES:

CON verdadera impaciencia, esperaba yo el día en que la rotación establecida entre las cuatro Facultades de esta Universidad Levantina, y el turno de rigurosa antigüedad entre sus Catedráticos, me proporcionarán el honor de actuar en esta solemnidad académica.

No se tenga esto por un alarde de suficiencia, impropio de quien dedicado toda su vida a trabajos de laboratorio, conoce perfectamente lo distanciados que están sus estudios de las galanuras de estilo y recursos literarios, tan convenientes para hacer menos penosa vuestra benévola atención. Interpretese, más bien, como un ardiente deseo de aportar su ínfima cooperación a una labor de justicia, que a la par es de patriotismo; y sabido es, que cuando las ideas de Justicia y Patria intervienen, el deseo adquiere caracteres de obligatoriedad, y las molestias del trabajo se truecan en

fuentes de satisfacción, para quien tiene la honra de ponerse al servicio de estos dos grandes ideales. ¿Tiene, pues, algo de particular que esperase con ansia el día de hoy?

Siendo la Química la disciplina de mi modesta especialidad, de ella he de tratar; pero no temáis que mi trabajo se reduzca a una árida serie de ecuaciones químicas y de fórmulas abstractas, sólo descifrables para los iniciados en estas materias; fuera esto menos útil para el objeto que se persigue, y por lo tanto he tenido que salir del campo exclusivamente químico, para dar cabida a otras consideraciones de orden político y económico, que contribuyan mejor al fin propuesto.

*Preparación en la
Facultad de Ciencias*

La Facultad de Ciencias proporciona a sus alumnos cuantos conocimientos son necesarios para que su aptitud, en todos los terrenos físico-químicos, sea completa; es intensa su preparación teórico-práctica; y no lo es menos la especialización que obtienen en sus bien nutridos laboratorios, aquellos que demuestran deseos de estudiar detalladamente cualquier asunto relacionado con la carrera. El licenciado, al abandonar las aulas, ignora cuáles son sus atribuciones y dónde ha de desarrollar sus actividades; sólo la función docente oficial le brinda un cobijo, aunque insuficiente por el limitado número de sus plazas y por su muy escasa remuneración. En cambio, las diversas derivaciones, aparte de la enseñanza que de su estudio pueden seguirse, y que para mí son las que tienen el mayor interés, constituyen para los licenciados un motivo de competencia con el sinnúmero de profesionales de distintos orígenes, nacionales y extranjeros, muchos de ellos sin título alguno, que se afanan por conseguir los puestos que deberían estar reservados para nuestros titulados, como más competentes.

Las leyes españolas no sólo no protegen a los Licenciados en Ciencias contra este tan odioso intrusismo, sino que hasta en algunos casos los posponen a otros de menor especialización.

Labor de Justicia

Grande ha sido la labor desarrollada, en estos últimos años, por todas las Facultades de Ciencias de España, por el

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

Colegio de Licenciados y Doctores en Ciencias y en Letras de Valencia y por el Colegio de Químicos de Zaragoza, para conseguir una disposición que regule los derechos y obligaciones de nuestros licenciados; pero hasta la fecha, muy escasos triunfos se han obtenido en este terreno. Hay que esperar que dentro de la reorganización que en España se está llevando a cabo en todos los servicios oficiales y en la mayoría de las actividades industriales de orden privado, no se olvidarán los intereses de una clase que, como en el transcurso de este trabajo se observará, tanto bien puede reportar a la nación. Ya en aquellas regiones donde florecen las grandes industrias, van dándose cuenta del valer de nuestros alumnos; y aprovecho la ocasión para aplaudir a la Siderúrgica del Mediterráneo y a las Azucareras de Zaragoza, por la patriótica orientación que han iniciado al proveer las plazas de sus laboratorios y factorías con Licenciados recién salidos de nuestras Facultades. Esta laudable conducta de las referidas entidades industriales, debe servir de ejemplo al Estado, para definir quiénes son los químicos españoles y cuáles son sus prerrogativas.

He aquí la labor de justicia: reivindicar un título académico y determinar su carácter profesional.

Peró he hablado de patriotismo, y no exagero al emplear esta palabra, síntesis de los más elevados sentimientos. Párese revista a la mayor parte de las industrias vitales de una nación, estúdiense las primeras materias en ellas utilizadas, considérense las enormes cantidades de substancias fertilizantes, necesarias para el cultivo de los vegetales, de combustibles de todas clases, disolventes diversos, lubricantes, productos farmacéuticos, derivados de la metalurgia en general, etc., etc., y en todos estos imprescindibles elementos, veréis la influencia insustituible de la química; y si del tiempo de paz pasamos al de guerra, con todo su cortejo de horrores, como enormes explosivos, gases de combate que presentan toda la extensa gama de actividades para la agresión, algunos con efectos que no se esperan, dada la suavidad con que inician su acción destructora, nubes artificiales,

*Influencia de la
química en la vi-
da nacional*

líquidos inflamables, medios incendiarios, etc., derivándose como consecuencia de todo ello la necesaria preparación para la defensa contra estas inhumanidades, entonces es cuando la figura del químico adquiere extraordinaria importancia y particular relieve, pudiendo establecer procedimientos que salven, a combatientes y no combatientes, de graves peligros, que ni se vencen con el valor, ni se evitan con la prudencia y serenidad. Díganlo, sino, las naciones que intervinieron en la Guerra Europea, que tuvieron que reclutar a cuantos se hallaban especializados en los conocimientos químicos, para dedicarlos al trabajo intensivo de laboratorio, con objeto de determinar cuáles fuesen las substancias agresivas empleadas por el enemigo, encontrando al mismo tiempo el medio adecuado para contrarrestar su acción, y de hallar sustitutivos para aquellos productos que, procediendo de otras naciones, les eran de uso imprescindible.

Queda patente, que para los pueblos es de absoluta necesidad fomentar el estudio de la Química; ciencia sin la cual todo adelanto queda interrumpido, y, lo que es más grave, hasta pelagra su integridad nacional. Y si esta necesidad es sentida en términos generales, en España tiene unos caracteres de especial urgencia, y este ha sido el motivo que me ha inclinado a encabezar mi discurso con el título: LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA.

En él he creído sintetizar el pensamiento, que me hacía esperar el día de hoy, como la fecha adecuada en que pudiese cumplir un deber para con la Patria y la Universidad Española.

*Presentación del
trabajo*

Ahí os presento mi trabajo; no para dilatar con los apremios de estos actos el momento de otorgar el merecido galardón a los alumnos laureados durante el curso que termina, ni retardar las solemnes palabras de nuestro Excelentísimo Sr. Rector, declarando abierto el curso en nombre de S. M. el Rey (q. D. g.); sino para que, en la soledad de vuestros gabinetes de trabajo, en el retiro de vuestras bibliotecas, podáis dirigirle una ojeada, si de la muy breve síntesis que voy a leer, os interesa su contenido.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA.

Pero antes de entrar de lleno en materia, debo pronunciar unas palabras de duelo recordando a los que abandonaron este mundo, después de dedicar su vida a engrandecer los prestigios seculares de esta Universidad. Fueron éstos los Doctores D. Adolfo Gil y Morte, modelo de Catedráticos, honra de la antigua y famosa Escuela de Medicina Valenciana, y cuya exactitud en el cumplimiento del deber y seriedad en el desempeño de su profesión, eran proverbiales; y D. José Segovia y Caballero, tan tempranamente fallecido, cuando tanto podía esperarse de su despierta inteligencia. Que Dios les conceda el descanso eterno, y que su recuerdo y ejemplos perduren en la historia de nuestra Universidad.

Necrologia

Mas no he de pasar en silencio el último y hermoso rasgo del malogrado Doctor Gil y Morte, legando la nuda propiedad de la mayor parte de su fortuna a entidades culturales y benéficas. Entre ellas se encuentra esta Facultad de Medicina, que con las rentas procedentes del tercio del caudal del testador, mejorará, con arreglo a normas sabiamente establecidas por él mismo, el funcionamiento del Laboratorio de Fisiología. Su nutrida biblioteca científica engrosará la de su Facultad.

Los nombres de los Doctores fallecidos Olóriz, Pastor, Tarazona e Izquierdo, acuden a mi memoria, y con un nombre más, queda ampliada esta lista de honor, formada por los que económicamente contribuyeron al mayor desarrollo de la cultura.

El Claustro de Catedráticos ha recibido durante el último curso la cooperación de nuevos elementos que vienen dispuestos a continuar la benemérita labor de los que nos dejaron: los Doctores D. Juan José Barcia Goyanes, Catedrático de Anatomía Topográfica y Descriptiva, con sus técnicas, y D. Francisco Martín Lagos, Catedrático de Patología Quirúrgica, sean bien llegados a esta Alma Mater Valencina y reciban su saludo, transmitido por el más modesto de sus claustrales.

Nuevos Catedráticos

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

Origen y desarrollo de la química moderna

La Química, esa ciencia que se presenta para el profano con caracteres misteriosos y atrayentes a la vez, ha ido ensanchando su campo de acción, hasta hacerse imprescindible para la vida de la Humanidad. Nació a la sombra de los filtros y alambiques de los antiguos alquimistas, que, por su deseo de enriquecimiento, multiplicaron sus trabajos experimentales, los cuales, si no sirvieron para hallar la famosa *piedra filosofal*, constituyeron la primera base sobre la que se asentaron los cimientos de la Química moderna. Y aunque este afán de lucro no dió resultados positivos a los investigadores de entonces, fué causa de que se pusieran en juego propiedades importantes, aprovechamientos sorprendentes, energías ocultas, que han proporcionado fuentes de riqueza con las que nunca se había soñado. He dicho antiguos alquimistas y no es pleonasma el adjetivo, ya que los químicos modernos, como alquimistas podrían considerarse, pues disponen de medios que llegan a producir la desintegración atómica, base de la transmutación de los elementos, tan suspirada por aquéllos.

La aplicación de los principios científicos fisico-matemáticos a la interpretación de los escuetos hechos experimentales, el perfeccionamiento de los medios de trabajo, los adelantos en el conocimiento de la electricidad y de la constitución íntima de los cuerpos, son los principales apoyos sobre que descansa el grandioso edificio que hoy contemplamos. Pero aún hay más: han quedado marcadas las orientaciones para el porvenir, existen importantes problemas iniciados, de muy probable realización, que abren ancho campo a los investigadores. Especial homenaje merecen, dentro de los modernos estudios, los van' t Hoff, Arrhenius, Ostwald, Perrin, Nernst, Curie, Moseley, Rutherford, Bohr

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

y tantos otros, que han iluminado los senderos que conducen al próspero y pujante estado actual de la ciencia química.

Mas no se crea que el carácter matemático que cada día se acentúa más en los estudios químicos, los va transformando en una serie de ideas teóricas, sin aplicación inmediata, sólo aptas para deleite de la inteligencia; de esta misma aproximación a las ciencias exactas se derivan leyes y conocimientos de carácter general, que permiten predecir hechos y circunstancias de verdadero interés, en cada caso concreto que se presente. Nunca más intensamente que en la actualidad han ido apareciendo las múltiples y diversas aplicaciones de orden químico, que tan pingües beneficios han producido.

Es norma general para marcar el estado de prosperidad de una nación, investigar el desarrollo de sus industrias y establecer un estudio comparativo entre la exportación e importación de los diferentes productos y manufacturas; y si, tomando los datos oficiales, realizamos en España esta labor, observaremos, con tristeza, que en una gran parte somos tributarios del extranjero. De esto se deduce la absoluta necesidad de intensificar la producción nacional, mejorando el rendimiento de nuestras instalaciones y creando aquellas que aún no poseemos. Pero si pasamos revista a todas ellas, observaremos que, directa o indirectamente, la mayor parte están íntimamente ligadas con la Química, y ante tal cúmulo y variedad de materias, sólo consideraré aquellos asuntos que más claramente se dirijan a fijar la necesidad e importancia del químico para la vida nacional.

Hay que intensificar la producción nacional

El problema de la alimentación es el más importante para los pueblos, y en la agricultura es donde hay que buscar la primera fuente de riqueza y bienestar. Los vegetales necesitan extraer del medio en que se encuentran los elementos indispensables para su desarrollo y fructificación, y aunque los admirables ciclos establecidos por la Providencia en la Naturaleza, renuevan las cantidades de productos

El problema de la alimentación

consumidos, las crecientes necesidades de los hombres obligan a suplir la falta de materias fertilizantes que, en plazo más o menos lejano, se presentaría.

Ejemplos hay de este agotamiento de las tierras: el Asia Menor, Sicilia, el Africa del Norte, que eran los graneros de la antigua Roma, difícilmente pueden hoy alimentar a sus reducidas poblaciones. William Crookes, en una célebre conferencia dada en Bristol en 1898 ante los elementos de la Asociación Británica para el progreso de las Ciencias, señaló los graves peligros que amenazan, para un porvenir no remoto, a los pueblos que consumen pan; el problema del trigo se presentaba con toda su gravedad, y dicho distinguido físico lo abordó en su libro «The wheat problem».

*De Malthus a
Crookes*

Pesimistas eran las previsiones que Crookes deduce al comparar el crecimiento de los habitantes de la tierra con la superficie disponible para la siembra y su rendimiento, llegando a conclusiones análogas a las obtenidas, muy anteriormente, por el economista Malthus, a pesar de que las profecías de este último no se habían confirmado al llegar el tiempo fatal de su cumplimiento. Los remedios para el porvenir recomendados por Crookes, nada tenían de las inmoralidades preconizadas por Malthus; así como éste trataba de restringir los comensales, aquél opta por intensificar las producciones agrícolas, aumentando los alimentos disponibles.

◦ Esta intensificación ha sido posible por el sucesivo aumento del empleo de los abonos químicos en agricultura. El potasio y el fósforo, se encuentran en la tierra en cantidades que pueden considerarse como inagotables; así que el problema de su utilización se reduce a sencillas operaciones de extracción o de solubilización de determinados productos naturales. El nitrógeno, en cambio, ha de aportarse a los campos por la acción de las lluvias tormentosas, labores convenientes que favorezcan los fenómenos de nitrificación, rotación prudentemente dispuesta de los cultivos o por la adición de materias ricas en este elemento. De todos

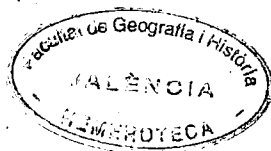
LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

estos medios, los de mayor interés son los derivados de la rotación de cultivos y la adición de substancias nitrogenadas. Se asegura, por ejemplo, que una hectárea de alfalfa puede absorber de la atmósfera 500 kilogramos de nitrógeno; pero para que la importante cantidad de este cuerpo fijado por las leguminosas, pueda ser utilizada en cosechas posteriores, hay necesidad de enterrarlas como abono verde, y esto reduciría nuestros campos de cultivo a la mitad o los dos tercios de su superficie. Queda, por tanto, como mejor solución del problema el empleo de los abonos nitrogenados.

Ya desde tiempo atrás, viene utilizándose el nitrato sódico de Chile, dando resultados excelentes en los cultivos intensivos; pero el empobrecimiento de los yacimientos de *caliche*, hace prever el posible agotamiento, con el tiempo, de la fuente, casi única hasta hace pocos años, de nitrógeno nítrico para los abonos y de ácido nítrico para las diversas industrias. Además, el aumento del coste de los combustibles y su transporte, indispensables para la extracción del nitrato, por disolución de las materias brutas naturales, ha obligado a una elevación del precio de este producto, restringiendo algo su empleo.

Posible agotamiento del nitrato de Chile

Así pues, se sustituyó en gran parte el nitrógeno nítrico por el amoniacal en diferentes cultivos, empezando por recuperar, en lo posible, el nitrógeno de los carbones, que anteriormente quedaba perdido para estos efectos. Conocidos son los procesos de depuración del gas del alumbrado, con utilización de los subproductos, uno de ellos constituido por las aguas amoniacales; pero por este procedimiento, sólo aproximadamente un diez por ciento del nitrógeno de los carbones se recuperaba en forma de amoníaco, y este escaso rendimiento sólo podía tener su importancia en la industria del gas, donde los distintos aprovechamientos secundarios contribuyen a beneficiar a la industria madre, pero nunca como industria separada. En el caso de carbones de calidades inferiores, y especialmente en el de las turbas, el problema no estaba resuelto, hasta que por los



estudios relativos a la estabilidad del amoníaco, demostrando que como cuerpo exotérmico debía descomponerse a altas temperaturas, se dedujo el llamado proceso Mond, en el que se gasifica el carbón a baja temperatura, empleando gasógenos a los que llegan cantidades muy grandes de vapor de agua, obteniéndose de este modo una gran proporción del nitrógeno contenido en el carbón en forma de amoníaco; los gases procedentes de los gasógenos pueden utilizarse en motores de explosión, y también servir como combustible para la separación del amoníaco de las aguas donde se recoge.

Estos procedimientos y la fabricación del cok metalúrgico, imprescindible en las modernas industrias del hierro, fueron la fuente casi exclusiva de sales amónicas para abonos; y como la producción de estas sales estaba supeditada a la necesidad de los productos principales obtenidos en estas industrias, existía una limitación incompatible con las crecientes necesidades agrícolas.

El nitrógeno atmosférico, mina inagotable

Conocida de tantos años la composición de la atmósfera, a beneficiar esta formidable y gratuita mina de nitrógeno se dedicó el esfuerzo de los químicos. Es tal la cantidad de nitrógeno contenida en el aire que nos rodea, que realizados los oportunos cálculos, el peso total existente en la atmósfera de la tierra es de 398×10^{13} toneladas, o sean cerca de cuatro trillones de kilogramos de nitrógeno, cantidad enorme, cuya significación escapa a nuestra apreciación por falta de adecuados términos de comparación. Para tener una idea de estas reservas que la Naturaleza nos ofrece, baste saber que, según cálculos de L. Hackspill, profesor de la Facultad de Ciencias de Estrasburgo, el consumo mundial de nitrógeno durante un siglo, al régimen de gasto actual, no llegaría a 113×10^6 toneladas, y de éstas sólo corresponderían a la atmósfera menos de 400×10^5 , o sean cuarenta millones de toneladas, lo que indica, que en un siglo, se habría utilizado aproximadamente una cienmillonésima del total de nitrógeno de la atmósfera, cantidad completamente despreciable ante la magnitud de la reserva,

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

que además se repone por la descomposición de las sustancias orgánicas nitrogenadas.

Pero sabido es que el nitrógeno atmosférico presenta un estado de aparente pasividad, no combinándose fácilmente con los distintos elementos; sólo se conocía que los agentes bioquímicos y los eléctricos, eran capaces de contribuir a la obtención de determinadas combinaciones nitrogenadas, con esa superioridad para producir o favorecer ciertas reacciones, sobre otros medios, al parecer, de más violenta acción; pero las cantidades disponibles de estos cuerpos no eran las suficientes, siguiendo la técnica entonces en uso.

Ante la necesidad de resolver el problema del aprovechamiento del nitrógeno atmosférico, los técnicos laboraron intensamente, convencidos del gran bien que con sus estudios harían a la humanidad.

Aprovechamiento del nitrógeno atmosférico

Varios fueron los caminos iniciados para llegar al fin, pero como más importantes conviene indicar los siguientes: I. Obtención de nitruros, cianuros o cianamida cálcica, cuerpos todos que fácilmente pueden dar amoníaco. II. Síntesis directa del amoníaco, que después por oxidación puede dar ácido nítrico. III. Oxidación directa del nitrógeno para llegar a la formación del nitrato cálcico o del ácido nítrico.

I. Berthollet (1) en 1808 encontró que, actuando el amoníaco sobre alambres de hierro al rojo, se descomponía aquél en sus elementos y el hierro se volvía quebradizo; siendo éste el primer paso para el descubrimiento de los nitruros metálicos. Despretz (2) en 1829, fué el primero que obtuvo un nitruro de hierro, estudiado después por Fremy (3) en 1861, atribuyéndole gran importancia en la fabri-

Nitruros y cianamida

(1) Bulletin Société Philomat, T. I, 150 (1807). Annales de Chimie et de Physique (1). T. 67, 218 (1808).

(2) Annales de Chimie et de Physique (2). T. 42, 122 (1829).

(3) Comptes rendus. Académie des Sciences, Paris. T. 51, 567 (1860). T. 52, 321, 415, 424, 518, 626, 998, 1162, 1248 (1861).

cación de los aceros. En el año 1874 encontró Silvestri (1) sobre la lava del Etna, una delgada capa de nitruro de hierro, de aspecto amorfo y de color blanco plata; le dió el nombre de *siderazote*, que luego Achiardi substituyó por *silvestrita*, en recuerdo del que lo encontró. De hallarse en abundancia en la naturaleza este producto, hubiese servido muy bien para simplificar el problema del nitrógeno.

Peró los nitruros de hierro se preparan con alguna dificultad, y los químicos se dirigieron al empleo de los de otros metales de más fácil obtención y que se prestasen mejor al objeto a que se destinaban; entonces adquirió importancia el nitruro de aluminio, especialmente cuando, de las investigaciones de Thomas-Léopold Willson (2) y de Hermann Mehner (3), se consiguieron preparar ciertos nitruros a partir de los óxidos, en vez del empleo directo de los metales.

Desde 1905, la Badische Anilin- und Soda-Fabrik y la Nitridgesellschaft con la Sociéte générale de Nitrures, emprendieron ensayos industriales de estos procedimientos, siendo dirigidos por O. Serpek, autor del procedimiento de trabajo, que estudiado a fondo, y después de ver la influencia de determinados catalizadores y fijar con exactitud la marcha del proceso, se creyó la mejor solución al problema del nitrógeno. Sin embargo, la B. A. S. F., después de haber consumido muy fuertes sumas en ensayos industriales, vendió sus patentes a la Sociéte générale de Nitrures, seguramente cuando procedimientos de mayor porvenir substituyeron a los que tantos esfuerzos científicos y económicos habían costado.

Pasando por alto la fijación del nitrógeno atmosférico en forma de cianuros, conviene indicar con algún detalle la

(1) Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben von Poggendorff. T. 157, 165 (1876).—Gazzetta chimica italiana. T. 5, 301 (1875).

(2) Patente inglesa de 15 de Abril de 1895 núm. 21.755.

(3) Patente alemana de 15 de Junio de 1895 núm. 88.999 y Patente francesa núm. 254.293.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

génesis del método de obtención de la cianamida cálcica, tan interesante como materia fertilizante para los vegetales, y además, como cuerpo intermedio para producir el amoníaco. Podrá observarse en ella que los fracasos en los trabajos de laboratorio, dan en muchos casos ocasión para hallar aplicaciones imprevistas, a veces de mayor interés que las que se hubiesen obtenido de haberse conseguido el éxito que se buscaba.

En el año 1892, Henri Moissan, en sus ensayos con el horno eléctrico para cristalizar en forma diamantina el carbono, obtuvo el carburo de calcio; y cuando Frank, Caro y Rothe, en 1893, quisieron obtener el cianuro de calcio, hallaron la cianamida cálcica, introducida por H. Freudenberg como abono, que en grandes cantidades fué fabricado, especialmente en los países ricos en fuerzas hidráulicas, como Noruega, Italia, Francia y Estados Unidos.

Pero no se crea que los químicos no hubieron de vencer pocas dificultades para industrializar, en buenas condiciones, los primeros procedimientos de obtención. Hubo que fijar exactamente las condiciones óptimas para fabricar previamente el carburo de calcio, empleando primeras materias de conveniente pureza, puesto que pequeñas cantidades de algunas substancias pueden ser perjudiciales, como ocurre con el fósforo y el silicio, presentes en algunas cales. En la pulverización del carburo ya obtenido, se produjeron, en un principio, explosiones violentas debidas a la formación de acetileno, que con el aire da mezclas detonantes, entre límites tan extensos como son los comprendidos entre el 2'8 por 100 y el 65 por 100 de acetileno; bastando una pequeña chispa producida en el triturador de bolas, para que ocurra una catástrofe; y ante este peligro, se realiza la operación en atmósfera de gas inerte, empleándose el mismo nitrógeno que con suficiente grado de pureza se utiliza en la fabricación de la calciocianamida.

Dos medios fueron los empleados para separar el nitrógeno del aire con destino a esta industria: Frank y Caro absorbían el oxígeno por el cobre al rojo, que después

era regenerado pasando una corriente de gas de agua; otros medios químicos de absorción del oxígeno se han propuesto, como el empleado en la fábrica de Knapsack, que consiste en quemar cok en determinadas condiciones para obtener una mezcla de un volumen de anhídrido carbónico y cuatro de nitrógeno, absorbiendo aquel gas por cualquiera de los métodos conocidos; pero el que ha desplazado a todos los otros ha sido el de la destilación fraccionada del aire líquido, que permite separar los gases que lo forman, para ser utilizados aisladamente.

Ante la lentitud de la absorción del nitrógeno por el carburo cálcico, se emplean agentes catalíticos que aceleran la reacción, trabajando además a temperatura convenientemente elevada.

Ya elaborado el producto, puede utilizarse directamente o destinarse a la obtención del amoníaco por la acción del vapor de agua a temperaturas superiores a 100° y previa la adición de carbonato sódico, que cataliza la operación.

*Ensayos para la
síntesis del amoníaco*

II. Kuhlmann, en 1838, realizó las primeras tentativas para combinar el hidrógeno con el nitrógeno, sin conseguir resultados favorables, ya que las pequeñas cantidades de amoníaco que algunos decían haber obtenido, siguiendo su técnica de pasar la mezcla de gases por musgo de platino caliente, eran debidas, según lo reconoció el mismo Kuhlmann, a la presencia de vapores nitrosos en el nitrógeno, que fácilmente pueden reducirse en estas condiciones y formar el amoníaco.

Morren (1) en 1859, utilizó las chispas eléctricas, absorbiendo con un ácido la pequeña cantidad de amoníaco obtenida, y en 1873 el Barón de Thenard y su hijo (2) reemplazaron las chispas eléctricas por el efluvio.

Le Chatelier

Con más fundamento científico estudió esta reacción Le Chatelier, demostrando que se trataba de un caso de

(1) Comptes rendus Académie des Sciences. Paris T. 48, 342.

(2) Id. id. id. id. id. id. T. 76, 983.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

equilibrio químico, y realizó experimentos que no estuvieran exentos de accidentes; pero Haber, profesor entonces en Karlsruhe, emprendió, juntamente con sus discípulos, el estudio completo del equilibrio, nitrógeno, hidrógeno, amoníaco; y a pesar de los escasos rendimientos obtenidos en los primeros ensayos, y de las dificultades para ponerse en condiciones de acierto, fueron sus investigaciones uno de los ejemplos más patentes de lo que puede la voluntad y el método en el trabajo, puestos al servicio de una inteligencia privilegiada, ya que como compensación a tantos sinsabores halló la solución al problema, que seguramente alguna gran empresa industrial le había encomendado.

Base de todo fueron las primeras investigaciones emprendidas por Haber, en colaboración con van Oordt (1), *Haber* respecto a la disociación del amoníaco a distintas temperaturas, encontrando que a 1.020° se disociaban el 999'76 por mil de sus moléculas, demostrando que a esta temperatura no se conseguiría mayor rendimiento en ningún caso; después, en 1905, dedujo (2) que no era posible hallar un catalizador suficiente para obtener un mediano rendimiento, si los gases reaccionantes se hallaban a la presión atmosférica, estudiando, juntamente con Le Rossignol, la influencia de las presiones sucesivamente crecientes.

Al mismo tiempo, Nernst, en nota presentada a la *Nernst* *Bun- sen Gesellschaft* de Hamburgo, impugnó los resultados de Haber, por no hallarlos concordantes con los calculados por él, fundándose en consideraciones físico-químicas; repitió los ensayos trabajando a presión y empleando diferentes agentes catalíticos, obteniendo resultados aún más bajos que los de Haber (3), por lo que, no satisfecho, y suponiendo que algunas de las constantes del amoníaco no respondían a la verdad, emprendió una serie de trabajos para rec-

(1) Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, XLIII, 111.

(2) Id. id. id. id. id. id. XLIV, 341.
Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, LV, 2144.

(3) A. Jost. Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie. LVII, 414.

tificar el calor de formación y el calórico específico de dicho cuerpo a distintas temperaturas.

En esta noble contienda entre dos sabios, a los que debe gratitud el mundo entero, quedó vencedor Haber, que en 13 de Octubre de 1908, obtuvo la patente alemana número 235.421, en la que indica su procedimiento para obtener el amoníaco por unión directa de sus elementos.

El primer aparato de Haber, descrito por Bernthsen (1), se conserva en el pequeño museo retrospectivo de la fábrica de Oppau, juntamente con los primeros 1.000 gramos de amoníaco sintético obtenidos.

En 1909, presentó Haber una nota detallada al consejo de administración de la Badische Anilin- und Soda-Fabrik, que hasta el año 1913 no fué incompletamente publicada por Haber y Le Rossignol (2), pero los perfeccionamientos obtenidos a partir del 1909, se mantuvieron secretos.

*Catalizadores
para la síntesis del
amoníaco*

El problema de los catalizadores a emplear, obligó a un examen de multitud de cuerpos que se creía podrían utilizarse. El osmio se encontró que era un excelente catalizador para esta reacción; pero la escasez y elevado precio de este metal obligaron a buscarle sustituto, hallándolo en el urano que se comporta muy bien, si se emplea formando nitruro o carburo, precisando que los gases se encuentren completamente secos; y aun así, su acción no se prolonga mucho tiempo. El hierro, wolframio, molibdeno, ácido molibdico, molibdato amónico, cerio y manganeso dieron, entre otros, buenos resultados. La acción catalítica del wolframio depende del modo como ha sido preparado. El platino y el níquel reducido, que tan buenos servicios prestan en tantos casos, resultan muy pobres catalizadores en la síntesis del amoníaco; en cambio, el hierro se presta bien para ello, siendo sobre todo muy resistente a la acción de los llamados venenos del catalizador, que lo vuelven inactivo.

(1) Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, XXVI, 10 (1913).

(2) Zeitschrift für Electrochemie (1913), pág. 53.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

De los trabajos de Bernthsen se dedujo que, añadiendo algunas sustancias al catalizador, se consigue activar su acción; y en este sentido se han empleado los óxidos e hidróxidos de los metales alcalinos y alcalino-térreos, que unidos al hierro le han mejorado, hasta el punto de hacerle comparable al carburo de urano, como demostraron Haber, Greenwood y Maxted. En cambio, hay que evitar la presencia del azufre, selenio, telurio, fósforo, arsénico, boro, bismuto, plomo, estaño y muchos compuestos orgánicos, que disminuyen o anulan la acción de los catalizadores; así por ejemplo, el hierro con el 1 por 100 de azufre resulta completamente inservible, y una millonésima de azufre en la mezcla gaseosa es ya perjudicial.

Por todo lo descrito, puede apreciarse el gran esfuerzo científico realizado para encontrar el catalizador más conveniente, suponiéndose, con fundamento, que aparte de las mejoras obtenidas y que figuran en las revistas científicas, las instalaciones en funciones guardan secretos los detalles de sus propias investigaciones sobre el particular.

Mas no se crea que todas las dificultades estaban vencidas. Hay que trabajar a presiones considerables, y cuanto más elevadas, mejores serán los resultados; y el problema técnico a resolver tenía verdadera dificultad, primero por la necesaria solidez que había que dar a los aparatos, y después porque se había observado que el hidrógeno, actuando a presión y caliente sobre los metales, los suele transformar en porosos y quebradizos. En el ya citado museo retrospectivo de la fábrica de Oppau, se conservan muestras de hierro y acero fuertemente alterados por el gas que nos ocupa; habiendo ocurrido grandes explosiones, por haberse formado en las paredes metálicas verdaderas vejigas que las debilitan. Estos defectos se han salvado, procurando que la superficie externa de los aparatos a presión no se caliente a temperatura muy elevada, y estableciendo una doble pared para la circulación del nitrógeno, suprimiendo el contacto del hidrógeno con la pared exterior; o bien como hace Claude en sus instalaciones de hipertensión, utilizando aceros es-

Dificultades técnicas y económicas

peciales de fácil empleo en sus aparatos, que por llevar los gases a mucha mayor presión, tienen dimensiones más reducidas.

Vencidas las principales dificultades técnicas, faltaba el estudio de la parte económica, ya que del precio a que resultase el hidrógeno, dependía principalmente el éxito de la operación; y como las fábricas de cloro electrolítico, que dan como subproducto aquel cuerpo, no eran suficientes a proporcionar las grandes cantidades necesarias, se emplearon otros medios que permitiesen obtenerlo muy abundantemente y a precio asequible. El gas de agua y la oxidación del óxido de carbono por el vapor con el empleo de un catalizador, dan en buenas condiciones el hidrógeno, después de los estudios sobre este equilibrio químico, realizados por Hahn en 1913 (1).

Respecto a la fuerza motriz necesaria en estas instalaciones, la fábrica de Oppau montó grupos de potentes motores de explosión, con recuperación del calórico de los gases de escape, para obtener parte del vapor de agua necesario en esta industria; y la fábrica de Merseburgo, próxima a Leipzig, está construída al pie de una abundante mina de lignito, que sirve de combustible para sus calderas, con un consumo de 10.000 a 12.000 toneladas diarias, llevando parrillas especiales para quemar el carbón, que por ser de baja calidad, aunque de fácil extracción, no merece ser transportado para otros usos; hay además dispuesta una serie de mecanismos automáticos para conducir el combustible hasta el hogar, con gran ahorro de mano de obra. Esta última fábrica se montó cuando la de Oppau ya funcionaba un año con todo su apogeo, y, por las especiales condiciones de su emplazamiento, convino utilizar máquinas y turbinas de vapor, que la primera había suprimido.

En las fábricas por el procedimiento Claude, que como ya se ha indicado, trabajan a presiones elevadas, con un mi-

(1) Zeitschrift für Physikalische Chemie. T. 42, pág. 705.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

nimum de 1.000 atmósferas, cabía la duda de si el consumo de energía necesario para elevar tanto las presiones, no contrarrestaría sus ventajas respecto al rendimiento; pero teniendo presente que el trabajo de compresión isotérmica de un gas, sólo crece como el logaritmo de la presión, fácilmente se deduce, que si se necesitan 2'3 para comprimir una masa gaseosa a 200 atmósferas, sólo harán falta 3 para llegar a 1.000, o todo lo más 3'5 si se tiene en cuenta la reducción de la compresibilidad a mayor presión; y en consecuencia, las segundas 800 atmósferas consumen aproximadamente la mitad que las 200 primeras, y por lo tanto, no es obstáculo el aumento de fuerza para llegar a la compresión total, siendo de mayor interés reducir la cantidad de gas no combinado, que luego se expansiona y que alcanza aproximadamente el 10 por 100.

Obtenido el amoníaco, fácilmente pueden formarse sus distintos derivados, de tan diversas aplicaciones; y si nos circunscribimos solo a los de uso agrícola, son interesantes: los procedimientos de obtención del sulfato amónico por doble descomposición entre el carbonato amónico y el sulfato cálcico, que se utilizan en Oppau con el yeso corriente y en Merseburgo con la abundante anhidrita de que dispone; el de saturar de amoníaco los superfosfatos; los ensayos realizados para abaratar la urea, que con una riqueza en nitrógeno mayor del duplo de la contenida en el sulfato amónico, proporciona un excelente abono nitrogenado concentrado. Merece especial mención el sulfonitrato amónico, compuesto que se creía bastante estable, y, sin embargo, a él atribuyeron los técnicos de la Badische la horrorosa explosión del 21 de Septiembre de 1921, que originó una catástrofe en la fábrica de Oppau y alrededores, con más de 600 muertos, por detonación de unas 4.000 toneladas de este producto almacenadas en un silo; esta opinión sobre las causas de la explosión, fué aceptada por la generalidad de las gentes, aunque no fué compartida por todos los especialistas en la materia.

*Derivados del
amoníaco*

Oxidación del nitrógeno

III. Otro de los caminos para aprovechar el nitrógeno atmosférico, es la formación de sus óxidos y transformación posterior en nitratos y en ácido nítrico.

Para conseguir la combustión del nitrógeno en el oxígeno se necesita llegar a muy elevada temperatura, y nada mejor que el arco voltaico para obtener con facilidad y elegancia las condiciones convenientes al caso. Los estudios de Guye (1) acerca del arco eléctrico; la aplicación de su deformación por un campo magnético, por Birkeland y Eyde, que ya Plücker había indicado en 1861; los hornos de Schoenherr, Guye-Naville, Pauling y otros, fueron los medios de que se han valido las distintas instalaciones para la combinación del oxígeno con el nitrógeno, primer paso para la obtención del ácido nítrico y los nitratos. Pero la energía consumida en este proceso es de mucha importancia, y por ello, en aquellas regiones en que el importe del kilowatio año era muy bajo, es donde de preferencia se pusieron las primeras instalaciones; de aquí el llamado Nitro de Noruega, que es preferentemente utilizado en las tierras pobres en cal. De todos modos, el rendimiento en la actualidad está muy lejos del teórico; y siendo mucha la energía que se pierde en forma de calórico, se tiende, hoy día, a mejorar la fabricación, obteniendo una recuperación más completa de la energía disipada. En definitiva, aunque los gastos de primera instalación son menores que en las fábricas de amoníaco sintético, no quedan compensadas estas diferencias, y sólo es de aconsejar el procedimiento cuando es posible disponer de abundante energía y al precio más bajo posible.

A partir de los años 1903 y 1904, en que estos procedimientos se industrializaron, se fundó en 1907 en Nottoden (Noruega), una fábrica que utilizaba una energía hidráulica de 40.000 caballos, y el mismo año la Badische Anilin- und Soda-Fabrik, instaló otra en Cristiansand (Noruega), y entre

(1) Revue Scientifique, 23 de Enero de 1909.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

la dirección de ambas empresas se llegó a un acuerdo para explotar el salto de Rjukan, cerca de la primera fábrica, con 125.000 caballos; retirándose al poco tiempo la B. A. S. F., quizá por haberse perfeccionado en Alemania la fabricación del amoníaco sintético, del que por oxidación se obtiene el ácido nítrico.

Por lo expuesto se observa cuál ha sido el esfuerzo del químico para llegar a resolver el problema del nitrógeno, esencialísimo para la agricultura, como base para la alimentación y bienestar de la humanidad. Pero este bienestar puede ser perturbado por los apetitos desordenados de unos pueblos, que quieren conseguir de los otros, a viva fuerza, aquellos elementos de riqueza que ambicionan; y cuando llega este caso en las épocas actuales, es de necesidad aprestarse a la defensa y corresponder a los ataques en forma análoga a la empleada por el enemigo, que puede no limitarse a usar los medios que el derecho de gentes y los convenios internacionales autorizan; y, suprimiendo toda noción de humanidad, recurrir a los distintos sistemas de agresión, que bastarían para desacreditar a los técnicos que los idearon, si sólo les guió en ello el afán de destrucción, y no la suprema ley de la defensa de su patria y de su hogar.

En la mente de todos están las palabras «Guerra Química» y de ella voy a ocuparme, aunque sólo sea a la ligera; para aportar un argumento más a favor de la absoluta necesidad de la intensificación de los estudios químicos en España, para su mejor defensa y tranquilidad. Y no se crea que el insistir sobre tema tan trillado, constituya un apoyo de sus censurables procedimientos; cuanto más perfectamente se conozca lo que la guerra química puede dar de sí, con mayor impulso se deseará contrarrestarla, ya que no está en nuestras manos evitar que el enemigo la inicie. De no estudiarse los medios de defensa adecuados, serían borrados del mapa los habitantes de la nación, porque sus ataques no distinguen entre combatientes y no combatientes, quedando todos expuestos a sus mortíferos efectos.

Desde la más remota antigüedad se conocen procedi-

Posibilidad de la guerra y su aspecto químico

Historia de la guerra química

mientos que pueden considerarse como precursores de los actuales refinamientos de la moderna guerra química. En el año 429 antes de Jesucristo, en el sitio de Platea por los espartanos, se usaron ya enormes vasijas colocadas en las proximidades de la ciudad, y que contenían brea, azufre y carbón ardiendo, para que los sitiados sufriesen los efectos de los gases desprendidos. En el siglo siguiente Eneas, el Táctico, propuso usar brea y azufre en la guerra del Peloponeso, observando que podía crear un fuego inextinguible por la mezcla de brea, azufre, estopa, incienso de Francia granulado y serrín de pino, dándole la denominación de Fuego Griego, que según otros autores antiguos podía formarse con azufre, nafta, cera, aceite de bálsamo y cal viva. El emperador bizantino León VI, habló del valor del Fuego Griego, que se consideraba secreto de Estado, aconsejando también el empleo de la cal viva contra los barcos enemigos.

Se observará cómo, en tan antiguos tiempos, ya los hombres recurrieron a todos los medios a su alcance para la lucha con sus semejantes.

En el año 1284, en las luchas entre Génova y Pisa, se empleó tanta cal viva en polvo y otras sustancias cáusticas, que, según consta en los «Anales históricos de Génova», cegaban los combatientes.

En siglos posteriores, se conocían y usaban proyectiles de olores nauseabundos. Hasta los piratas chinos y malayos, usaron los llamados por ellos «botes pestilentes». Un antiguo químico austriaco, Vlit Wulff von Senfftenberg, en 1573, dice a propósito de estos medios de ataque: «Son una cosa terrible; los cristianos no deben usarlos contra los cristianos, pero pueden emplearlos contra los turcos y otros infieles, para vencerlos». En 1600, Fioravanti proporcionaba composiciones de olores repugnantes para hacer retirar al enemigo.

También se reconoció el valor de los humos, que impiden observar los movimientos de las tropas. Gustavo Adolfo de Suecia, aprendió, en 1631, de su adversario Tilly, el valor de las grandes cantidades de humo, para

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

ocultar la colocación de sus huestes; así, pues, produjo una gran humareda quemando paja, con lo que pudo construir un puente sobre el Lack, cerca de Augsburgo, que sirvió para el paso del ejército, sin que el enemigo se diese cuenta de ello. Y en 1699, Carlos XII, rey de Suecia, empleó idéntica estratagema, consiguiendo trasladar todo su material de guerra oculto por el humo.

En época más moderna, el almirante inglés Lord Dundonald, durante la guerra de Crimea, propuso el empleo del anhídrido sulfuroso contra Sebastopol, siendo destruidas sus memorias y desechada su proposición, por considerarla contraria a la guerra civilizada. La norteamericana E. K. Fradkin (1), supone que los químicos alemanes conocieron el proyecto muy completo de Dundonald, y, mejorándolo, les sirvió de base en sus estudios para el ataque con los gases.

Los adelantos en las industrias químicas desde los últimos años del siglo pasado, hasta que empezó la Guerra Europea, han hecho posible la guerra química. Ya en 1880, dos químicos alemanes, La Coste y Michäelis, publicaron un trabajo sobre los compuestos aromáticos del arsénico (2), y el primero en 1881 dió a conocer en los «Annalen der Chemie und Pharmazie», otra nota sobre el ácido benzarsénico y sus derivados (3). En 1886, Victor Meyer en el «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft», presentó sus estudios acerca de las combinaciones del thiodiglicol (4); y Lehmann publicó muchos artículos en el «Archiv für Hygiene», sobre «Estudios experimentales acerca de la influencia técnica e higiénica de los más importantes gases y vapores sobre el organismo, amoníaco y ácido clorhídrico» (5), en 1887 sobre «Cloro y bromo» (6), en 1892

Investigaciones diversas, que fueron útiles para la guerra química

-
- (1) Carnegie endowment for international peace. N.º 248. Marzo de 1929.
 - (2) Uber Aromatische Arsenverbindungen.
 - (3) Uber Benzoarsensauren und deren Derivate.
 - (4) Uber Thiodiglykolverbindungen.
 - (5) Experimentelle Studien uber den Einfluss technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dampfe auf den Organismus, Ammoniak und Salzaure Gas.
 - (6) Chlor und Brom.

«Acido sulfhídrico» (1), dos años después «Sulfuro de carbono y cloruro de azufre» (2), y en el año 1903 salió su estudio sobre «Nuevas investigaciones sobre la absorción cuantitativa de algunos gases venenosos por los órganos respiratorios del hombre y los animales» (3).

Además, en la industria alemana se había hecho necesario proteger a los obreros contra los gases perjudiciales que pudiesen producirse en determinadas fábricas, ocurriendo lo mismo en la industria minera británica; y los estudios del químico inglés J. B. S. Haldane para proteger a los mineros contra los gases, publicados en los años 1905 y 1906 «La acción del óxido de carbono sobre el hombre» (4). «Informe al Secretario de Estado para el Ministerio del Interior, sobre las causas de muerte en las explosiones de las minas de carbón y en los incendios subterráneos» (5), «Envenenamientos por gases en las alcantarillas» (6), fueron de utilidad cuando comenzó la guerra química en 1915.

*Conferencias de
La Haya*

En la primera Conferencia de La Haya, convocada por el Zar Nicolás II de Rusia, en 1899, ya figuró la conclusión IV referente a los gases asfixiantes, que sometida a 27 naciones, fué aceptada por todas menos dos, los Estados Unidos e Inglaterra, que se abstuvieron; y en la segunda Conferencia, promovida en 1904 por el Presidente de los Estados Unidos Roosevelt, y reunida en 1907, con la representación de 43 naciones, quedaron también prohibidos estos terribles medios de destrucción, según se expresa en el artículo 23.

*Primeros ensayos
de gases*

No eran obstáculo estos convenios internacionales para

(1) Schwefelwasserstoff.

(2) Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel.

(3) Neue Untersuchungen über die quantitative Absorption einiger giftiger Gase von Tier und Mensch durch den Respirationstractus und Teile.

(4) The Action of Carbonic Oxide on Men.

(5) The Report to the Secretary of State for the Home Department on the Causes of Death in Colliery Explosions and Underground Fires.

(6) Poisoning by Gas in Sewers.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

que las distintas naciones se ocupasen de gases de combate. Así, unos años antes de la Guerra Europea, se introdujo en el ejército francés, como medio auxiliar, una granada de 26 milímetros de diámetro llena del éster etilbromacético, que ataca a los ojos y a los órganos respiratorios. Hay un testimonio irrefutable de la existencia de estas granadas: el Comandante West, de la Sección de Gases de Combate del Ministerio de la Guerra, de los Estados Unidos, publicó en el periódico norteamericano «Science» con fecha 2 de Mayo de 1918 lo siguiente: «Antes de la guerra fueron lanzadas granadas asfixiantes de 26 milímetros, cargadas con éster etilbromacético, cuerpo lacrimógeno, débilmente asfixiante y no venenoso; se destinaban al ataque de trincheras, casamatas, galerías y fortificaciones, en las que debían hacerse penetrar por las aspilleras; de este modo, los hombres de servicio en las ametralladoras y cañones, serían molestados por los vapores asfixiantes, y el agresor, utilizando las ventajas que le produciría esta confusión, podría asaltar las posiciones. El uso de este cuerpo no mortífero, no está en contra con los acuerdos de La Haya. La única empresa digna de mención producida con él, fué el ataque a la banda de apaches de Bonnot, en Choisy-le-Roi. Durante la guerra defensiva de trincheras se han empleado estas granadas asfixiantes, lo que se ha considerado una equivocación, pues la pequeña cantidad de producto que contienen no puede producir efecto en pleno campo».

Julius Meyer niega que la acción de este cuerpo sea tan inofensiva, comparándola en toxicidad con la cloropicrina y el ácido cianhídrico.

Posteriormente, por escasez de bromo, se sustituyó el éster etilbromacético por la cloracetona, que fué utilizada en 7 de Enero de 1915 por el General Joffré, dando el Ministro de la Guerra unas órdenes en 21 de Febrero del mismo año para el uso de estos cuerpos en granadas de fusil y de mano. Asegurando Meyer que, en Marzo de 1915, fueron frecuentemente empleadas en el frente oeste contra las tropas alemanas.

Preparación para las nuevas fabricaciones y doble objeto de las instalaciones industriales

Pero la fabricación de los gases de combate en grandes cantidades, requería una preparación adecuada, de que no todas las naciones disponían; aquellos pueblos donde las industrias químicas se hallaban en plena producción, estaban en mejores condiciones para improvisar la fabricación con ayuda de las instalaciones ya existentes; y lo mismo ocurría con la preparación de explosivos.

Así pues, Alemania, que en 1918 produjo 135.000 toneladas de materias colorantes, frente a 86.000 toneladas de todas las demás naciones reunidas, siendo esta producción consecuencia del excelente estado de sus espléndidas instalaciones antes de la guerra, pudo perfectamente adaptar sus fábricas a las nuevas necesidades nacionales. Los mismos aparatos de preparar materias colorantes, perfumes y productos farmacéuticos, sirvieron a Alemania para obtener los gases asfixiantes, siendo notable esta doble aplicación de sus instalaciones industriales. Existe en el casino de los «Ammoniakwerke» de Merseburgo, un gran fresco que representa la vista de conjunto de la fábrica, sobre un fondo de humos; en el primer plano hay dos figuras, que contemplan el conjunto con expresión de agradecimiento: una es la de un agricultor rodeado de espléndidas cosechas; la otra representa un soldado, con uniforme de campaña, que se apoya en una pila de gruesos proyectiles; simbolizándose en este cuadro el doble objeto de la fábrica.

Los Estados deberían subvencionar, durante los años en que su rendimiento no fuese remunerador, aquellas empresas que tuviesen esta dualidad de aplicaciones; estos gastos serían comparables a los del sostenimiento del ejército en tiempo de paz, llevando sobre ellos la ventaja de contribuir al aumento de la riqueza industrial y agrícola, en las épocas de tranquilidad, y constituyendo, en tiempo de guerra, un auxiliar de gran valía para la fabricación de explosivos, gases de combate y medios de protección.

El «día negro de Iprés»

En plena Guerra Europea, en la tarde del 22 de Abril de 1915, sorprendieron los alemanes al ejército enemigo

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

con las primeras nubes de cloro, que procedentes de numerosos tubos donde se hallaba a gran presión, era transportado, a merced de viento favorable y ocupando las zonas inferiores por su mayor densidad con respecto al aire, en dirección a Iprés. Auld (1) escribe el ataque como sigue: «Imaginémonos el estado de ánimo de las tropas coloniales, cuando vieron brotar del suelo la vasta nube de gas amarillo verdoso, que a favor del viento se acercaba lentamente a ras del suelo, llenando todos los agujeros y trincheras; primero les produjo admiración, después temor, y más tarde, como les envolvieran las primeras nubes de gas dificultándoles la respiración, se inició el pánico, que desorganizó e hizo huir a la mayoría de los combatientes, sin que lograsen salir de la nube que les seguía inexorablemente». Gran parte de las indefensas tropas murieron por la acción fuertemente tóxica del cloro a gran concentración, como lo respiraron. El llamado «día negro de Iprés» costó a los franceses toda una división y a los ingleses poco menos; unos 15.000 hombres cayeron atacados por el gas y de ellos murieron la tercera parte.

No fué esta la primera tentativa de los alemanes, pues recuerda Julius Meyer, que se había llevado a efecto otro ataque en el frente este, pero sin resultado favorable; pues por no saber aprovechar bien las condiciones del viento, fueron alcanzados por el gas los mismos soldados que trataban de utilizarlo como medio ofensivo.

Tentativa frustrada

A partir de estos momentos, la guerra química fué un hecho, a pesar de los convenios establecidos.

Efectividad de la guerra química

Aseguran los alemanes que, ante los ensayos de Marzo de 1915, habían previsto un posible ataque de gases por los franceses; y se supone que emplearon aquéllos el cloro en esta primera agresión, por ser gas de que abundantemente disponían, como subproducto de algunas de sus industrias y como elemento necesario para otras.

(1) Gas and flame.

Los ingleses, observando que las condiciones de los vientos no les eran favorables, utilizaron la invención de Livens, de instalar unas potentes máquinas soplantes, con objeto de arrastrar en la dirección deseada los gases de combate. Pero ante todas estas complicaciones, se generalizó el empleo de proyectiles para hacer llegar los gases a los lugares donde debían ejercer su pernicioso acción. Y como era conveniente que ocupasen los refugios y trincheras, precisaba que su densidad fuese elevada, con lo que también se disminuía su difusión por el aire; pero aun así, los vientos, en relativamente poco tiempo, disipaban la atmósfera peligrosa, y en vista de ello, se buscaron sustancias líquidas y sólidas, que vaporizándose, unas directamente y otras utilizando el calorico desarrollado por los explosivos, reuniesen las condiciones exigidas; de aquí nacieron los llamados gases persistentes, cuya acción se puede prolongar durante varias semanas, en contraposición con los otros gases cuya acción es fugaz; pudiendo el que dirige la acción, emplear unos u otros, según trate de inutilizar, por cierto tiempo, una porción del campo o de producir un ataque del que después no ha de quedar rastro.

Era natural que rápidamente se buscasen medios de defensa contra los gases, y se idearon las caretas protectoras, que permitían purificar el aire que habían de respirar los combatientes. Estas caretas eran al principio muy sencillas y tendían sólo a anular la acción del cuerpo químico empleado por el enemigo; pero variando éste los productos empleados, quedaba ineficaz la protección, que tenía que adaptarse al nuevo tipo de gas, entablándose una lucha parecida a la existente entre la coraza y el cañón.

Clasificación de los gases de guerra

Distintas son las clasificaciones que pueden establecerse de estos gases de guerra; pero con respecto a sus efectos fisiológicos se dividen en:

Sofocantes.—Los que provocan tos, dificultando la respiración, pudiendo llegar a producir la muerte por asfixia.

Tóxicos.—Aquellos que, penetrando en el organismo,

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

pueden originar graves envenenamientos de orden interno, con accidentes secundarios sobre los distintos órganos.

Lacrimógenos.—Que actuando sobre los ojos inutilizan al soldado por la insufrible molestia y el intenso lacrimero que determinan.

Estornutatorios.—De acción irritante sobre la mucosa nasal, que produce el estornudo acompañado de dolores en la nariz y en los maxilares.

Vesicantes.—Que al contacto con la piel y las mucosas; dan origen a ampollas, que después se infectan, originando lesiones de mucha gravedad.

Mixtos.—Los que participan a la vez de algunas de las anteriores cualidades.

Entre el gran número de gases, unos ensayados durante la pasada guerra y otros estudiados posteriormente, sólo citaré algunos, para dar una ligera idea de esta terrible arma de combate, de la que el Profesor Zanger, de la Universidad de Munich, dice que «es cien veces más activa que un envenenamiento por estricnina».

Aparte del cloro empleado en el primer gran ataque y del bromo utilizado más tarde, y entre los gases llamados de acción transitoria, se empleó el oxiclورو de carbono o Fosgeno que a baja temperatura, cuando es puro, es un líquido incoloro, muy movable, hirviendo, a la presión ordinaria, a 8°2 y siendo sus vapores tres veces y media más densos que el aire; es uno de los más peligrosos gases de guerra, pues figura al frente de todos por su gran toxicidad, que supera considerablemente, como luego se verá, al ácido cianhídrico, tan temido. Una permanencia de diez minutos en una atmósfera que solo contenga 45 miligramos de Fosgeno por metro cúbico, representa peligro de muerte; es aproximadamente quince veces más venenoso que el cloro y sus fatales efectos pueden, a gran dilución, no ser fulminantes, pues se asegura que el Dr. Fenaroli, químico italiano, sufrió una intoxicación al parecer pasajera, en unos ensayos de laboratorio, que tuvo fatal desenlace al siguiente día.

Palita Los derivados clorados del ester metilclorometanoico se han empleado con distintos nombres: como Palita, los incompletamente clorados, que son líquidos de puntos de ebullición 107° el monoclorado y 111° el diclorado, con toxicidad un tercio de la del Fosgeno, pero con una gran acción irritante sobre los ojos y los órganos respiratorios, produciendo fuerte efecto lacrimógeno; y Perstoff, Superpalita o Difosgeno, el derivado triclorado, siendo éste un líquido oleaginoso e incoloro que hierve a 128°, es menos lacrimógeno que los anteriores, pero más asfixiante y mucho más venenoso. Quizá esta mayor acción tóxica se deba a su fácil descomposición en dos moléculas de Fosgeno, teniendo sobre éste la ventaja de ser líquido a la temperatura ordinaria, lo que permite más fácilmente su empleo en proyectiles, pudiéndose además manejar fácilmente, pues su acción sobre la piel es insignificante.

*Perstoff o Difos-
geno*

Cloropicrina La Cloropicrina es un líquido incoloro, que hierve a 113°, es casi insoluble en agua y no la descomponen los ácidos ni las bases; en cambio, rápidamente lo hace la disolución de sulfito sódico. Este cuerpo actúa intensamente sobre los ojos; con 19 miligramos de Cloropicrina por metro cúbico de aire, empieza el lacrimo, y con 60 miligramos en el mismo volumen, se hace la atmósfera intolerable; también su poder tóxico es grande, pues 2 gramos de Cloropicrina en metro cúbico produce la muerte en un minuto.

*Ester etilyodacé-
tico*

El ester etilyodacético, líquido incoloro, de punto de ebullición 178° a 180°, que lentamente se descompone por la luz y el aire, es lacrimógeno, y 60 miligramos en metro cúbico no son tolerables durante un minuto, siendo también muy venenoso.

*Cloracetona y bro-
macetona*

La cloracetona y bromacetona, ambas líquidas, que hierven a 119° y 127° respectivamente, son tóxicas y lacrimógenas, especialmente la segunda, pues bastan 18 miligramos de cloracetona y 15 miligramos de bromacetona por metro cúbico de aire, para provocar las lágrimas, siendo la cantidad de intolerancia la de 100 miligramos en la pri-

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

mera y 80 en la segunda, por metro cúbico, y con estas cantidades ya no es posible ver.

La cloracetofenona es un cuerpo sólido que funde a 59° y hierve a 245° ; tiene gran acción irritante, bastan 3 décimas de miligramo por metro cúbico de aire, para provocar lacrimo, y como no se altera por las explosiones, puede unirse al trinitrotolueno y a otros explosivos, sin inconveniente alguno; cosa que no puede hacerse con el cianuro de bromobencilo, que tiene igual actividad sobre los ojos. *Cloracetofenona*

Los cuerpos descritos, que tienen acción transitoria, pudiendo, especialmente si hay vientos favorables, quedar en poco tiempo inofensivo el campo, constituyen, con otros análogos; un grupo que los alemanes distinguieron con la marca «Cruz verde». *Cruz verde*

En contraposición a este grupo, existe otro cuyos componentes tienen acción persistente durante un tiempo variable, que llega a contarse por semanas, y que los alemanes denominaron «Cruz amarilla». Estos cuerpos son de gran utilidad en la guerra de defensa, así como para impedir el paso por determinados parajes; pues una vez esparcidos por sus proximidades, quedan contaminados por mucho tiempo, estableciéndose un cerco invisible, pero de efectos terribles para quien no lo respete. *Cruz amarilla*

En este grupo se encuentra principalmente el llamado Gas Mostaza de los ingleses, Iperita o sulfuro de dietilo diclorado, introducido en la Guerra Europea por los alemanes el día 12 de Julio de 1917, que, cuando está puro, se presenta en forma de un líquido incoloro, oleaginoso y con ligero olor a mostaza; hierve a 217° y se congela a $13^{\circ}4$, siendo casi insoluble en agua. La particularidad de este terrible producto es que su acción se manifiesta sobre la piel y las mucosas atacándolas directamente, y no actuando sólo sobre las células epiteliales, sino también sobre los capilares y los glóbulos de la sangre. *Iperita o Gas Mostaza*

Se le ha llamado «el rey de los gases de guerra» y se considera como un verdadero veneno de las células, no siendo posible detener su acción que se inicia con grandes *Efectos terribles de la Iperita*

vejigas, las cuales después se infectan, originando procesos de extraordinaria gravedad, análogos en sus comienzos a las quemaduras producidas por los rayos X. Estos fenómenos suelen presentarse algunas horas después del contacto con el gas, y como debido a su débil olor y a ser incoloro, no se advierte su presencia, puede prolongarse, inconscientemente, la permanencia en tan perjudicial atmósfera, sin que se puedan sospechar sus perniciosos efectos a corto o largo plazo, pudiendo a veces ocurrir la muerte muchos días después. Es muy notable la propiedad que presenta de una progresiva solubilidad en el caucho, resultando éste permeable a la Iperita, lo que dificulta el empleo de guantes o trajes de goma para resguardarse de este cuerpo, de un modo permanente. En fuertes concentraciones es energicamente letal; y con sólo 70 miligramos por metro cúbico de aire, basta una permanencia de 30 minutos en esta atmósfera para que sobrevenga la muerte; con una parte de Iperita en 4 millones de partes de aire, se producen conjuntivitis, y la proporción de una parte en 3 millones, produjo quemaduras en la piel, que tardaron de tres semanas a tres meses en curar.

Los alimentos y el agua contaminados con este cuerpo, quedan inutilizables: ya que, si se consumen, producen serios procesos gastro-intestinales, no siendo suficiente someter a la cocción aquéllos, ni hervir ésta, pues la Iperita no se elimina por completo a 100°. Como la densidad de sus vapores es mayor que la del aire, ocupa las depresiones del terreno y todas las obras subterráneas, donde puede permanecer mucho tiempo. Tiene acción sobre los vegetales y los animales, aunque a éstos rara vez les produce vejigas, siendo el caballo uno de los más sensibles a sus efectos. Su vapor puede atacar a las personas que atiendan a enfermos por Iperita, como médicos, practicantes, etc., si los trajes de aquéllos o su piel están contaminados: así, los oficiales de la 76.ª división inglesa, se envenenaron por haber dormido entre sábanas procedentes de una aldea bombardeada con este cuerpo por los alemanes; y bastó verter una gota de él

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

en un papel, y colocarlo durante cinco minutos sobre la manga de un abrigo, para que, penetrando su vapor, y atravesando los tejidos interpuestos hasta llegar al brazo, se produjesen vejigas y úlceras, que tardaron mes y medio en desaparecer.

Otro cuerpo de este grupo de gases permanentes, es la llamada por los norteamericanos Lewisita, que sólo fue ligeramente ensayada durante la pasada guerra, por haberse fabricado casi a su terminación. Es un compuesto orgánico, con olor a geranio, que se prepara por reacción entre el acetileno y el tricloruro de arsénico, obteniéndose tres derivados; también es vesicante, aunque, según investigaciones del país de origen, su actividad en este sentido es ligeramente inferior a la de la Iperita, indicando que una atmósfera que contenga 334 miligramos de Lewisita por metro cúbico, ya manifiesta su acción sobre la piel; y que sobreviene la muerte, respirando durante 30 minutos en aire, que, por metro cúbico, lleve 48 miligramos de este cuerpo. Por su forma líquida y la facilidad de verterlo desde aeroplanos, el general Fries le denominó «El rocío de la muerte». Despertó grandes esperanzas en los Estados Unidos; pero aunque en los ensayos de laboratorio, se comporta de un modo análogo a la Iperita con los animales de observación, su gran sensibilidad a la humedad, debe ser causa de que en el campo no dé tan buenos resultados como se esperaban; habiendo quien asegura, que los norteamericanos han abandonado los estudios sobre la Lewisita, destruyendo las cantidades, ya importantes, que después de la guerra tenían fabricadas.

Lewisita. «El rocío de la muerte»

Existe un tercer grupo de cuerpos, que tienen la propiedad de inutilizar al soldado para el combate, en muy corto tiempo, y con la particularidad de que atraviesan fácilmente las caretas protectoras corrientes. Han recibido de los alemanes el nombre de «Cruz azul». Entre ellos están: la difenilclorarsina, que es sólida, incolora y cristalina; funde a 45° y hierve a 333°; se utiliza en granadas que por el calor desarrollado por la carga explosiva, regula-

Cruz azul

Difenilclorarsina

da al efecto, se vaporiza, esparciéndose sus vapores por el aire, para después condensarse en partecillas, de dimensiones entre una milésima y una diezmilésima de milímetro, constituyendo nieblas o sistemas dispersos, que no se detienen por los filtros o caretas ordinarios. Es estornutatorio y muy irritante sobre la nariz, garganta y pulmones, produciendo náuseas, y también fuertes dolores en espalda y brazos. Una proporción de un miligramo por metro cúbico de aire, produce ya dolores insoportables, y si aquélla se hace llegar a 30 miligramos, para el mismo volumen, es suficiente para poner a un hombre fuera de combate. Según la concentración, se presentan los síntomas a los primeros segundos o a los pocos minutos, alcanzando su punto máximo de los 6 a los 12 minutos, y siendo su duración total entre media y dos horas. Este fué uno de los gases más eficaces en la última guerra, pero tiene el inconveniente de descomponerse con el agua.

Difenilcianarsina

La difenilcianarsina, también es sólida, con punto de fusión $31^{\circ} 45$, o según los técnicos italianos 35° ; tiene la ventaja sobre la anterior de no alterarse casi por el agua; pasa a través de las caretas, en forma de fina niebla, de partecillas ultramicroscópicas; produce efectos parecidos a la difenilclorarsina, aunque de mayor intensidad y duración. De todas las sustancias irritantes del grupo de las combinaciones orgánicas arsenicales, investigadas hasta ahora, ésta es la más activa con respecto al hombre: es estornutatoria, produce opresión de cabeza y dolores en oídos, dientes y mandíbulas. A la mínima proporción de 5 milésimas de miligramo en un metro cúbico de aire, ya puede reconocerse por su molesto olor.

Adamsita

A este grupo pertenece también la difenilaminclorarsina, que en 1918, según declaraciones americanas, fué a la vez descubierta en los Estados Unidos y en Inglaterra, dándole el nombre de Adamsita, en recuerdo del químico norteamericano Dr. Adams; aunque los alemanes alegan, que, ya en 1915, había patentado la casa Friedr. Bayer & C.^o, un cuerpo de análoga composición. Presenta

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

el aspecto de una masa cristalina, amarilla, que funde a 195° y hierve a unos 410°; produce nieblas que también atraviesan las caretas protectoras, y, como sus compañeras, es de efectos inmediatos e insoportables.

Aunque hay gases para todos los usos, los combatientes recurrieron a utilizar mezclas, con el objeto de dificultar la defensa contra los mismos; y este criterio se facilitó grandemente empleando un gas tóxico, unido a alguno de los del grupo de los arsenicales, que como ya se ha visto, atraviesan las caretas de defensa ordinarias; pues entonces, la acción inmediata del gas arsenical, fuertemente molesta, obliga a separarlas, y, suprimida la protección contra el cuerpo tóxico, se respira éste libremente, produciendo sus fatales efectos.

Mezclas de gases

Muchas han sido las mezclas empleadas, denominadas con nombres diversos, como la llamada Martonita por los franceses, formada por el 80 por 100 de bromacetona y el 20 por 100 de cloracetona; la Vincennita, de la misma nación, constituida por el 50 por 100 de ácido cianhídrico, 30 por 100 de tricloruro de arsénico, 15 por 100 de cloruro estánnico y 5 por 100 de cloroformo; las Cruces, verde, amarilla y azul, de los alemanes, con que marcaban sus granadas, según los efectos que debían producir.

Martonita y Vincennita

Ante tal cúmulo de sustancias tóxicas e irritantes empleadas, debía hacerse un estudio que permitiese compararlas entre sí, basándose en algo científico, y no en una apreciación personal y de momento: y fué Haber quien lo intentó, estableciendo su fórmula, para conocer lo que él llama «Producto de mortandad», que permite la comparación, con suficiente exactitud, de los gases tóxicos que se respiran.

«Producto de mortandad» de Haber

Para establecer esta fórmula, conviene exponer algunas consideraciones, que me permito indicar por creerlas ingeniosas: es evidente que para que se produzca una intoxicación mortal, hará falta absorber una cantidad mínima del gas, que utilizando, como en todo este desarrollo, la misma

notación original, se puede expresar por g miligramos. Esta cantidad dependerá de la concentración c de sustancia tóxica en el aire y del volumen de mezcla aspirado, y como éste equivale al producto del tiempo t en minutos, por el volumen A en metros cúbicos que se aspiran por minuto, el valor de g será: $g = t \cdot c \cdot A$. Pero la actividad del tóxico depende también del peso del cuerpo sobre que actúa, y si dicha actividad se denomina Z , y el peso del cuerpo en kilogramos G , resultará que $\frac{t \cdot c \cdot A}{G} = Z$. Ahora bien: puede admitirse, con bastante aproximación, que la relación entre el peso del individuo G y la cantidad aspirada A , es una cantidad constante, y por lo tanto: $t \cdot c = Z \frac{G}{A} = W$; o sea: $t \cdot c = W$, que es la fórmula de Haber, en la que W es el «producto de mortandad» ya indicado.

Hay que advertir, que esta fórmula es válida para todos los gases que actúan como venenos respiratorios, entre los que hay algunos que dan un valor constante al producto $t \cdot c$; lo que equivale a decir que concentraciones dobles necesitan tiempos mitad para producir los mismos efectos, ocurriendo esto con la mayor parte de los gases de guerra; pero hay otros que hacen excepción a esta proporcionalidad inversa, y es notable, que cuerpos de abolengo fuertemente tóxico como el óxido de carbono y especialmente el ácido cianhídrico, sean de los que así se comportan.

Para hallar el valor de esta fórmula en cada caso particular, se emplea un medio experimental muy sencillo, puesto que se utilizan animales de observación que se abandonan en atmósferas artificiales, con determinada concentración del gas que se desee, hasta que sucumban; y conociendo el tiempo de permanencia en ellas y el peso del animal, se tienen todos los datos necesarios.

Los valores de este producto, son tanto menores, cuanto mayor es la actividad del gas estudiado. A continuación figuran los resultados obtenidos con algunos de los gases de combate:

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

Gases en los que el producto de la concentración por el tiempo es una cantidad constante

	Valor de t. c.
Cloro.	7.500
Fosgeno	450
Difosgeno o Perstoff	500
Iperita.	1.500
Cloropicrina.	2.000
Triclorometilmercaptan	3.000
Ester etilbromacético	3.000
Ester etilyodacético	1.500
Cloracetona	3.000
Bromacetona.	4.000

Gases en los que el indicado producto no es constante

	Valor de t. c.
Acido cianhídrico	1.000 - 4.000
Oxido de carbono	70.000

Un ejemplo aclarará la aplicación de estos resultados: en el Fosgeno $t. c = 450$; lo que indica que un hombre muere, cuando, durante un minuto, respira aire que contenga 450 miligramos de Fosgeno por metro cúbico, o lo que es lo mismo, 0'45 miligramos por litro. En un minuto aspira el hombre, por término medio, unos 8 litros, y por lo tanto la dosis suficiente para producirle la muerte será: $8 \times 0'45 = 3'6$ miligramos de Fosgeno.

En los cuerpos que figuran en la segunda tabla, el referido producto adopta varios valores, y esto se explica, porque en la fórmula de Haber se ha supuesto, que todo el cuerpo tóxico aspirado queda por completo en el organismo, actuando localmente, como ocurre con los gases de la tabla primera; mientras que en los otros, su modo de funcionar es muy distinto, pues siendo gases que no actúan localmente, necesitan recorrer cierto camino para llegar a lugar favorable donde ejercer su acción, y sólo una parte de la cantidad absorbida es la eficaz, eliminándose el resto por



varios medios. Así, pues, para aplicar la fórmula a estos gases, hay que reducir la concentración del aire respirado, en una cantidad e , que, según Haber, tiene un valor constante; y la fórmula será para ellos $t(c-e) = W$. Se observa, en consecuencia, que las concentraciones en el aire, si han de ser activas, no pueden reducirse, en estos casos, indefinidamente; pues si su valor llega a ser igual a e , su actividad para producir la muerte, debe quedar anulada.

*Inferioridad del
ácido cianhídrico
como tóxico*

Todo esto explica el caso sorprendente de que el ácido cianhídrico, tan temido generalmente, pueda, a determinada concentración, ser casi inactivo en el campo; como se demostró prácticamente en la Guerra Europea, resultando muy inferior a la mayor parte de las otras materias tóxicas empleadas. Así se observa que a la concentración de 0,5 por mil, el ácido cianhídrico da un producto de mortandad de 1.000, lo que corresponde a una absorción de 8 miligramos; y a menor concentración, se eleva a 4.000, que representa 32 miligramos, siendo, en este último caso, unas diez veces más débil que el Fosgeno.

En síntesis: en el caso de los venenos respiratorios de acción local, las concentraciones débiles se compensan con el tiempo de su actuación, y en el del ácido cianhídrico y óxido de carbono, no se verifica esta compensación.

La fórmula de Haber, sólo se utiliza para los venenos respiratorios. En los vesicantes, que, como se sabe, actúan además sobre la piel y mucosas, sólo se refiere a la parte inhalada que afecte a los órganos respiratorios, pero no a la que actuando sobre toda la superficie del cuerpo, tan graves lesiones puede producir.

*Dificultades para
la defensa contra
los gases*

Todos estos estudios acerca de la toxicidad de los cuerpos químicos de guerra, han tenido como primordial objeto, conocer el medio adecuado de defensa contra sus ataques. Gran número de cuerpos se han ensayado con esta finalidad, y, unos por sus propiedades químicas sobre los gases que debían detener, y otros por su poder adsorbente, como el carbón preparado, sirvieron para obtener compresas especiales, que se utilizaban en las primeras caretas protectoras,

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

según las necesidades de momento; pero ante las mezclas de gases distintos, y especialmente ante aquellos gases que, presentándose en niebla coloidal, las atraviesan, hubo que modificarlas para conseguir que no perdieran su aplicación; llegando a emplear capas tan espesas de algodón y fieltros especiales, para tratar de detener los cuerpos de este grupo, que dificultando la respiración, fué necesario transformar las caretas en verdaderas escafandras, aisladas de la atmósfera por válvulas especiales, y conectadas con tubos de oxígeno.

Pero llegaron los productos vesicantes, con sus efectos sobre toda la superficie libre del cuerpo, y ante la dificultad del empleo del caucho, que, como ya se sabe, disuelve la Iperita, y no constituye un obstáculo permanente para evitar el contacto con la piel, se estudiaron las substancias que podrían destruirla, encontrando que para ello precisaba emplear medios oxidantes, como permanganato potásico, agua oxigenada, hipoclorito cálcico, etc., siendo este último cuerpo el que con mejores resultados se utiliza. Posteriormente los ingleses han preparado un producto llamado «Impregnit», que sirve para preservar los tejidos contra la Iperita, aumentándoles sólo un 15 por 100 de su peso. Pero en realidad la defensa contra este cuerpo es difícil.

También la producción de humos ha sido estudiada con detalle, utilizando los conocimientos que proporcionan las propiedades de las dispersiones coloidales. Los cuerpos empleados han sido muchos, pero especialmente el fósforo, que con el oxígeno da anhídrido fosfórico, cuerpo blanco, que se combina con el agua de la atmósfera, proporcionando densa niebla; también el anhídrido sulfúrico, lanzado en granadas, puede dar, al contacto con la humedad del aire, una extensa niebla, que poco a poco ataca a hombres y animales, así como a los uniformes y a las armas, pues está formada por ácido sulfúrico disperso en el aire; puede así mismo emplearse el ácido clorosulfónico, que con el agua da los ácidos sulfúrico y clorhídrico en forma de nieblas, con

*Producción de
humos*

propiedades sobre el organismo y los efectos militares, análogas a la anterior.

El tetracloruro de titano y los cloruros estánnico y silícico con el agua, éste último mejor con el amoníaco, se utilizan para producir humos o nieblas; lo mismo que la mezcla de Berger, formada por 25 por 100 de zinc en polvo fino, 50 de tetracloruro de carbono, 20 de óxido de zinc y 5 de kieselgur o tierra de infusorios; y un sin-fin de otras materias que pueden emplearse con el mismo objeto. Todas estas substancias fumígenas, pueden pulverizarse con ayuda del aire comprimido.

*Fabricación de
productos durante
la Guerra Euro-
pea*

Las naciones que tomaron parte en la guerra activaron la fabricación de los productos necesarios para la lucha, hasta el punto de que Inglaterra, durante el año 1916, produjo 5.150 toneladas de gases de campaña; en 1917, creció esta cantidad hasta 18.500, y durante los diez primeros meses de 1918, fué de 15.500 toneladas.

La capacidad mensual, cuando se firmó el armisticio, del Arsenal americano de Edgewood, cuya rápida construcción comenzó el 15 de Noviembre de 1917, fué, durante el mismo mes de 1918, la siguiente:

Tetracloruro de titano	30 toneladas.
Cloruro estánnico.	90 id.
Fósforo blanco.	100 id.
Gas Mostaza (Iperita).	900 id.
Cianuro de bromobencilo.	90 id.
Fosgeno.	1.050 id.
Cloropicrina	1.500 id.
Cloro gaseoso.	1.500 id.
Cloro líquido.	895 id.

Que en total son 6.155 toneladas de productos para guerra, no estando aquí incluidas las fabricaciones de distintas factorías químicas.

Según Charles Moureu, en Francia se prepararon en

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

total, durante toda la guerra, las siguientes cantidades de cuerpos tóxicos y fumígenos:

Fosgeno.	16.000 toneladas.
Vincennita	4.000 id.
Acroleína.	200 id.
Cloropicrina.	500 id.
Bromacetona.	500 id.
Iperita.	2.197 id.
Otros productos tóxicos.	316 id.
Cloruro estánnico.	4.000 id.
Tricloruro de arsénico.	2.700 id.
Tetracloruro de titano.	200 id.

Total. 30.613 toneladas.

El montaje de las instalaciones necesarias para preparar todos estos productos, los ensayos que había que realizar para conocer lo más exactamente posible su modo de actuar y la divulgación entre los combatientes del medio más práctico para su empleo, movilizaron una verdadera legión de técnicos, la mayoría químicos, que en las distintas naciones se dispusieron a trabajar en colaboración con el ejército.

Francia, que contaba con 2.500 químicos contra 30.000 que tenía Alemania, hizo un gran esfuerzo y se organizó para la guerra química, montando, en 17 de Septiembre de 1915, un Servicio de Material Químico, a las órdenes de un general, que comprendía una sección de Inspección de Estudios y Experimentos Químicos, y otra de Dirección del Material Químico de Guerra. Las investigaciones se realizaban en 16 laboratorios, y con objeto de que en las líneas de fuego se efectuasen aquellos trabajos que sólo allí podían tener lugar, se crearon los Oficiales Químicos del Ejército provistos del material necesario para los estudios en campaña, encargándose también de la remisión a los laboratorios centrales de muestras de gases y restos de artefactos recogidos en el campo de batalla; operación que sólo los técnicos podían llevar a cabo por el peligro que acarrea y por los detalles que debían acompañar a las remesas efectuadas.

Francia se organizó para la guerra química

La guerra bacteriológica y su inferioridad con respecto a la guerra química

Dos palabras sobre la guerra bacteriológica, que tanto se ha anunciado como una posibilidad para el día de mañana.

Según las autoridades en la materia, no parece este género de guerra tan temible como la producida por gases tóxicos. Los procedimientos preventivos permiten establecer una inmunización suficiente para atenuar, en gran parte, la acción de los gérmenes patógenos; además, si se trata de contaminar el agua o los alimentos, existen métodos sencillos para depurarlos; y si se piensa en transmitir enfermedades por medio de determinados animales, pueden éstos trasladarse a los dos campos combatientes, sufriendo todos el contagio.

La guerra química en el porvenir

¿Cómo será la guerra química en el porvenir? Para algunos autores las bajas mortales por gases, han sido en menor número que las producidas por los otros medios puestos en práctica. El general Fries, en su libro «Chemical Warfare», asegura que los americanos tuvieron en conjunto 258.338 bajas, y de ellas 70.752, ó sea algo más del 27 por 100, lo fueron por causa de los gases; en conjunto murieron por todos conceptos 46.519 hombres, y de ellos solo 1.400 lo fueron por los gases, lo que representa un 2 por 100 de los atacados.

Mr. Clemenceau, indicó oficialmente que el ejército francés tuvo, en los diez primeros días de Agosto de 1918, 14.578 enfermos por gases, de los que sólo murieron un 2'9 por 100.

Desde 1.º de Enero a 30 de Septiembre de 1918, tuvieron los alemanes 58.000 atacados por gases asfixiantes, y sólo un 3 por 100 sucumbieron, según declaraciones oficiales.

Las estadísticas británicas de la guerra, según el capitán Hart (1), indican que el número total de bajas en la guerra,

(1) Hart. Remarking of Modern Armies, pág. 82.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

por balas, granadas y arma blanca, fué el de 2.797.693 y de ellas 879.000 muertos; proporción superior a un muerto por 3 heridos, y el total de bajas por gases el de 180.983, muriendo 6.062, que supone un muerto por cada 30 heridos, aproximadamente.

Pero, aunque, según estos números, las bajas mortales por gases sean reducidas, hay que convenir que, dada la complejidad de los fenómenos determinados por éstos y su actuación, a veces solapada, así como la dificultad innegable para establecer las estadísticas, no hay que confiar en que el peligro que representan sea menor que el de los otros medios de la guerra; además, a partir de 1918 se han realizado importantes adelantos en estos procedimientos destructores.

El jurista inglés E. G. de Montmorency (1) indica: «Que los adelantos de las ciencias han transformado, o transformarán en breve período, la guerra química, alcanzando tan gran perfeccionamiento, que los experimentos de los años 1914 al 1918 se considerarán como un sencillo juego de niños».

El brigadier general Lord Thompson, primer Ministro del Aire en el gobierno británico, dice: «La próxima guerra tendrá lugar en el aire; consistirá en vuelos de aeroplanos sobre las grandes ciudades, y el primer ataque será contra la población civil, incluyendo mujeres y niños, empleando bombas incendiarias, explosivas y de gases venenosos. Hasta la fecha no se vislumbra ningún medio de defensa para librar de la muerte a los miles de personas que pueden ser atacadas, y la vida organizada de cualquier metrópoli será un caos durante días o semanas».

De acuerdo con las últimas ideas militares, todos los proyectiles de artillería contendrán gases o cuerpos capaces de originarlos. Dice el general De Feuille: «que el campo de batalla futuro estará saturado de gas»; y como las grana-

(1) The Wasington Conference and the Air-Law in Disarmement.

das pueden contener el 50 por ciento de su peso del producto tóxico o irritante, resulta posible establecer una gran concentración en la zona que convenga, haciéndola inhabitable; y esto aún se conseguirá mejor empleando bombas de aviación que pueden contener mayor cantidad de tóxico, puesto que, no habiendo de estar sometidas a las fuertes presiones del disparo, el espesor de sus paredes es menor, aparte de que su tamaño puede ser considerable.

Elvira K. Fradkin dice: «El empleo de los gases venenosos en las bombas, granadas y balas, será para la humanidad como una lluvia de la que no escapará nadie». Y como algunos cuerpos, y especialmente la Iperita, se presentan líquidos y pueden utilizarse dejando que espontáneamente se evaporen, los aeroplanos podrán transportar grandes cantidades, en depósitos adecuados, para verterlos donde convenga; consiguiendo de este modo contaminar el campo con anterioridad a la presencia del enemigo; quedando inservibles las plantas y forrajes, que no podrían, en modo alguno, utilizarse durante mucho tiempo.

Tampoco los buques quedarán libres de estos ataques; pues convenientemente bombardeados o rociados, penetrarían los gases y vapores por sus aberturas y quedarían inutilizados los tripulantes que, atentos al manejo del barco, absorberían inconscientemente un gas cuyas características no permiten reconocer su presencia.

El Dr. Hilson Ira Jones, anunció en Chicago, a fines del año próximo pasado, el descubrimiento de un nuevo cuerpo, más tóxico que ninguno conocido; dice textualmente: «es un veneno mortal, y destruirá ejércitos con la misma facilidad que un hombre apaga una bujía; yo no creo que las naciones lo deseen emplear para la guerra, porque mata siempre. Si la guerra viniese de nuevo, y fuese a muerte, no se volvería a combatir con balas y granadas, pues es mucho más económico destruir vidas al por mayor con este nuevo gas; puede ser fabricado en la proporción de miles de toneladas por día, con un coste mucho menor que la pólvora y el cañón; y sin embargo, destruirá ejércitos más

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

completa, efectiva y rápidamente». Le da el nombre de isocianuro de cacodilo; y aunque seguramente tan terrorífica profecía debe ser exagerada, demuestra el deseo de las naciones de encontrar nuevos cuerpos de mayor actividad que los ya conocidos.

Según opinión de los norteamericanos, la cláusula del tratado de Limitación de los Armamentos, sólo representa el deseo de prolongar la paz, sin pensar en la posibilidad de otra guerra. Pero, a pesar de todas las seguridades en contrario, las naciones, sin excepción, se preparan a toda contingencia próxima o remota. Así, decía el general Foch: «Nosotros debemos incluir la guerra química en nuestros planes y preparaciones para el porvenir, si no queremos experimentar alguna terrible sorpresa.» Y si se admite, cómo indica Bernard Shaw en el periódico londinense «The Nation», que «la mejora de los armamentos es una consecuencia evidente de la ambición de poseer, origen de las guerras», toda la labor realizada sobre gases de combate obliga a pensar en nuevas luchas para el porvenir.

Preparación de las naciones después de la Guerra Europea

El Gobierno ruso ha establecido recientemente una organización llamada «Dobrochim». Su objeto es crear una industria de defensa química de gases que, en caso de una ofensiva contra Rusia, sería absolutamente necesaria. Extraordinariamente voluminosa es ya la literatura rusa sobre los gases de combate y otras materias químicas de guerra; pero entre los medios que recomienda, uno es la familiarización con las atmósferas peligrosas, mediante el manejo de las protecciones convenientes; así, cada miembro de la asociación referida, debe tener un título o certificado de su «bautismo de gases», y para obtenerle debe permanecer un cierto tiempo entre ellos, y ensayar los distintos aparatos de defensa contra su acción. Una de las funciones que les incumben es la de despertar en el pueblo el interés por los gases de combate y vulgarizar los medios de librarse de sus peligros.

Rusia

Inglaterra, gastó en investigaciones con productos químicos de esta índole, durante el año 1923, la cantidad de

Inglaterra

80.000 libras esterlinas, y en el 1924 la de 103.000; en estos ensayos fueron sacrificados 618 animales experimentando con ellos. Un general inglés del Servicio de Gases, dice que ya en la escuela debería enseñarse la defensa contra sus ataques.

Polonia Polonia, tiene establecida en su «Bergakademie», en Cracovia, una cátedra de substancias químicas de combate e industrias químicas de guerra, para que sus alumnos adquieran completos conocimientos sobre el particular.

El Japón El Japón consignó, hace pocos años, una cantidad equivalente a 10 millones de marcos oro, para construir y montar un laboratorio para el estudio de la guerra química, suponiéndose que actualmente ya debe estar funcionando.

Suiza Suiza dispone también de un laboratorio de ensayos para la guerra.

América del Norte América del Norte creó el «Chemical Warfare Service» y además, en los presupuestos de 1923-24 se consignaron para estudios químicos relacionados con la guerra 600.000 dólares, que en el año 1925 se ampliaron a 907.980. E. K. Fradkin indica que debe crearse el cuerpo de Avio-química, compuesto por aviadores especialistas en el manejo de los gases asfixiantes.

Cruz Roja Internacional El Comité Internacional de la Cruz Roja, por indicación del Comité de Peritos, reunido por ella en Bruselas en 1928, ha abierto un concurso para premiar el descubrimiento de un reactivo capaz de demostrar la presencia de la Iperita, aun cuando se halle diluida en la proporción de 70 miligramos por metro cúbico de aire; exigiéndose que la reacción sea característica del cuerpo que se investiga, debiendo indicarse el medio de conservación del reactivo y su plazo de duración, así como si le afecta o no la presencia de otros cuerpos extraños. Se han concedido 10.000 francos suizos para premios, que podrán destinarse a un solo trabajo o a varios, a juicio del Jurado. El plazo de presentación de instancias comenzó el día 1.º de Julio de este año y terminará el 31 de Diciembre del próximo, pudiendo presentarse las memorias en francés, italiano, inglés o alemán ante la Se-

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA.

cretaría de la Cruz Roja Internacional en Ginebra, verificándose la apertura de pliegos en 31 de Enero de 1931.

Como se observa, todos los datos indicados son muy elocuentes, y no concuerdan con las manifestaciones hechas muy recientemente en la Sociedad de Naciones, a favor del cumplimiento del artículo octavo del Pacto Kellog, relativo a la reducción de armamentos, ni con los repetidos propósitos pacifistas, de que tanto se alardea.

¿Ha seguido España la conducta previsoras de las demás naciones?

España

El Estado Español, con una labor callada pero intensa, no ha dejado desamparada a la nación. Las mejoras introducidas en la Fábrica Nacional de Pólvoras y Explosivos de Granada-Murcia, que han contribuido a aumentar las ya importantes cantidades que fabricaba, y la Fábrica Nacional de Productos Químicos de Alfonso XIII, con sus 700 hectáreas de terrenos anexos, sus modernas instalaciones, y los laboratorios industriales y de investigación que le permiten, además de producir normalmente diversos productos químicos para guerra, llevar a cabo cuantas preparaciones y ensayos se requieran para industrializar otros nuevos, en estudio, con arreglo a los últimos adelantos en la materia, permiten tener la seguridad de una producción suficiente para cubrir nuestras necesidades militares.

Industria oficial

El competente personal de ambas fábricas procura introducir en ellas cuantas mejoras técnicas son necesarias para su mejor desenvolvimiento: muy brillantes fueron los éxitos obtenidos por el personal de la Fábrica Nacional de Productos Químicos de Alfonso XIII, formando cortinas de humos de más de 5 kilómetros de longitud y a una velocidad de 32 millas, en los recientes ejercicios que realizó en Bilbao una división de barcos de nuestra marina de guerra; y en las maniobras navales anunciadas para estos días, también figuran estos modernos medios de ocultación. Además, en analogía con lo establecido en las demás naciones, esta fábrica ha presentado a la Superioridad un proyecto de orga-

nización de una Escuela de Guerra Química para oficiales del Ejército, en la que se darán dos cursos: uno para formar el núcleo de oficiales afectos al Servicio de Guerra Química, cuya misión será principalmente la defensiva, o sea todo lo que se refiera a instrucción, entretenimiento y conservación de los medios de protección, y el otro para aquellos que tengan a su cargo la fabricación y empleo de las distintas substancias.

La Fábrica Nacional de Productos Químicos de Alfonso XIII organiza anualmente cursillos breves para divulgar todo lo referente a los gases de combate; y, además de los oficiales del ejército, están invitados a asistir a ellos, aquellos elementos civiles que lleven suficientes conocimientos sobre la materia. Esta invitación debería ser recogida por las Facultades de Ciencias, pudiéndose así iniciar, como ya se ha hecho en el extranjero, la gran cooperación entre elementos civiles y militares, hasta llegar a constituir una asociación de técnicos que, reuniendo sus esfuerzos, podría acudir a la defensa de la Patria, cuando ésta se hallase en peligro.

Cooperación de la industria privada

Además de la industria oficial, tiene España una parte de su industria privada que, en caso necesario, auxiliaría al Estado con sus producciones. Digna es de especial mención la labor que realizan las Juntas de Movilización de Industrias Civiles y la Dirección Superior Técnica de la Industria Militar Oficial; aquéllas recogiendo los datos de las instalaciones particulares y organizando conferencias de divulgación científica para la mejora de nuestra industria, y ésta centralizando los servicios de las distintas Juntas, cuyos antecedentes se ordenan y clasifican, estableciéndose, por personal especializado, las oportunas estadísticas con objeto de conocer el número y clase de elementos con que podría contarse en caso de guerra.

Importación y exportación

Pero como, felizmente, España no intervino en la terrible lucha terminada en 1918, que obligó a las demás naciones a poner, imperiosa y rápidamente, a tono sus producciones industriales con las necesidades generales de sus respectivos pueblos, tampoco se experimentó aquí dicha premura, con-

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

tinuando nuestras industrias su marcha ascendente natural; y si examinamos los cuadros oficiales redactados por la sección 3.^a del Consejo de Economía Nacional, en los que figuran las estadísticas de la importación y exportación de estos últimos años, aparece aún un gran desnivel, con cifras globales más elevadas para aquélla que para ésta. Así, el año 1925 la diferencia era de 665 millones de pesetas que salieron para el extranjero; en 1926 de 548, de 690 en 1927 y el pasado año ha llegado a 882 millones; siendo debido principalmente el exceso sobre el año anterior, a la pésima cosecha de cereales que obligó a importar casi una cantidad doble que en 1927, influyendo en las importaciones de la clase 12.^a donde figuran, con un aumento de 87 millones de pesetas, y también el aumento de 99 millones en la clase 5.^a que comprende «Maquinaria, aparatos y vehículos», por la gran importación de automóviles y maquinaria extranjera, abundantemente exigida por la intensificación de nuestras obras públicas.

Examinando estos millones que salen de España, y aunque se suponga que, por un aumento en la producción de nuestras actuales industrias, pudiésemos llegar a nivelar dicha importante cantidad, como el problema no es sólo de orden cuantitativo, sino que supone la necesidad que aquí se siente de artículos fabricados en otras naciones, por faltar industrias adecuadas que entre nosotros los produzcan, asusta pensar lo que ocurriría si, por algún conflicto internacional, quedase España aislada del exterior.

De las trece clases en que se subdividen las distintas mercancías de nuestro comercio general, sólo cuatro, en los dos últimos años, produjeron un aumento en la exportación con respecto a la importación, que, referido al año 1928, fué como sigue: la clase 2.^a que comprende «Maderas y otras materias vegetales empleadas en la industria», con poco más de 20 millones; la 4.^a «Metales y sus manufacturas» con 54; la 10.^a «Lanas, crines, pieles y sus manufacturas» con más de 4 y medio y la 12.^a formada por «Productos alimenticios, comestibles y bebidas», con 689 millones de pesetas.

Obsérvese que la cantidad correspondiente a los productos agrícolas y sus derivados, representa cerca de nueve veces la de las otras tres clases reunidas, que en definitiva también tienen su origen en productos naturales más o menos manufacturados.

Si se consideran las otras nueve clases de mercancías, su estudio es por demás desconsolador, puesto que entre todas ellas producen una diferencia, en contra, de 1.650 millones que, por los 768 que ingresan procedentes de las cuatro clases privilegiadas, quedan reducidos a 882 millones que se han abonado a los distintos países proveedores en 1928. Demostrándose con ello nuestra escasa potencialidad industrial, insuficiente hasta para abastecer el mercado interior.

La agricultura es el puntal más firme de la economía nacional

Dije al principio que en la agricultura es donde hay que buscar la primera fuente de riqueza y bienestar, y con elo-cuentes cifras queda demostrado que ella es la que, con los productos de la tierra y los procedentes de las distintas industrias derivadas, constituye la casi única partida de mercancías que mejora nuestro haber. Andalucía con sus vinos y aceites, La Mancha con sus viñedos y especialmente Levante con sus insuperables y espléndidas producciones agrícolas, obtenidas no sólo por la hermosura de nuestro sol y la fertilidad de nuestra tierra, sino también por la tradicional competencia y penoso trabajo de nuestros obreros del campo, que lo transforman en verdaderos vergeles, con una exportación que supera los 1.000 millones, cuando ninguna de las otras clases de mercancías alcanza la cuarta parte, son el puntal más firme de la economía nacional.

Pero me he desviado algo de los asuntos químicos, que en definitiva son los que en un principio me había propues-to tratar preferentemente. ¿Se ha pensado en el gran número de productos necesarios que fabricamos en cantidad insuficiente o que no estamos en condiciones de obtener?

La fabricación nacional es escasa

No me atrevo a indicar las escasas proporciones de diver-sos productos químicos, de uso muy general, que aquí se obtienen y que hay que completar con parte de la fabrica-

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

ción extranjera; son cifras tan bajas aquéllas, que es preferible no citarlas para no aumentar vuestro pesimismo. Y aún frecuentemente remitimos a otros países las primeras materias, aquí tan abundantes, para recibir, a alto precio, los productos elaborados. ¡Cuántas toneladas de minerales diversos salen de España, para volver en forma de las distintas modalidades que ofrece la industria metalúrgica! Y si se pasa revista a los productos que aquí no se fabrican, o sólo de un modo incipiente se ha iniciado su obtención, se encuentran gran número de artículos, de que no podríamos disponer si nos hallásemos abandonados a nuestros propios medios.

Todos debemos procurar que España se baste a sí misma, dejando de estar supeditada al extranjero, y la química es la que, en una gran parte, puede contribuir a ello. Y si se desea que las Facultades de Ciencias rindan el fruto debido, preparando alumnos que apliquen después sus conocimientos a las distintas manifestaciones industriales, debe, ante todo, declararse la profesionalidad del título de Licenciado en Ciencias, para que los que lo ostenten puedan contar con un campo de acción exento de competencias, como ocurre con las demás carreras oficiales. Si esto no se consigue, emigrarán los alumnos hacia otras profesiones más concretas, donde encuentren un justo y equitativo rendimiento a su trabajo.

Debe declararse la profesionalidad del título de Licenciado en Ciencias

Pero son muchas las industrias cuya instalación no es remuneradora si no disponen de energía a bajo precio, como ocurre, entre otras, con las instalaciones electroquímicas. El problema de la fuerza motriz económica debe ser abordado en su totalidad: la electrificación de los ferrocarriles, ahora en proyecto, y que es de esperar vaya unido al de la explotación racional de los lignitos, ya que las centrales térmicas instaladas en los puntos de origen, seguramente pueden competir con las electro-hidráulicas, que casi siempre se hallan gravadas por el importe de grandes obras de ingeniería, pueden resolver este problema.

El problema de la fuerza motriz económica

Ampliación de determinadas industrias

Y cuando en España existan diversas fábricas para abonos nitrogenados que, con la de Energías e Industrias Aragonesas instalada en Sabiñánigo y la Sociedad Ibérica del Nitrógeno en La Felguera, produzcan todo el sulfato amónico necesario; cuando se monten otras instalaciones que, con la Sociedad Electroquímica de Flix, preparen, en cantidades suficientes, los distintos derivados que los procedimientos químico-eléctricos pueden dar de sí, entonces habremos dado un gran paso para regularizar la propia producción con arreglo a nuestras necesidades. Y aún quizá podríamos servir de proveedores para otras naciones menos ricas en recursos naturales. Porque no hay que olvidar, que disponemos en nuestro suelo de muy importante energía hidráulica y de abundantísimos carbones inexplorados que, a más de la fuerza motriz, nos pueden dar primeras materias para importantísimas industrias que aquí no se conocen o están completamente en sus comienzos.

Industrias nuevas

Con respecto a industrias nuevas entre nosotros, la labor es muy extensa: la obtención de los distintos productos terapéuticos, los estudios sobre el caucho sintético, el conocimiento de los métodos de preparación de las diversas aleaciones, de distintas calidades y propiedades, que tanto interés tienen en todas las aplicaciones industriales, el problema del combustible líquido, con el estudio de las gasolinas artificiales, tan importante para las naciones que, como la nuestra, no han encontrado yacimientos petrolíferos, así como todo lo referente a lubricantes, materias colorantes, y tantos otros interesantísimos problemas, constituyen un programa de trabajo en el que hay mucho campo donde desarrollar la labor de investigación química.

La investigación a cargo de las Facultades de Ciencias

Y esta investigación debe correr a cargo de las Facultades de Ciencias, favoreciendo cuanto se pueda la especialización de sus catedráticos, tratando de evitar que, como consecuencia de las evoluciones de los planes de estudio, con sus cambios de disciplinas y sus adaptaciones cortadas a patrón, se vean obligados a emprender distintos rumbos, abandonando, por otros nuevos, sus estudios predilectos en

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

los que demostraron su competencia durante quizá largos años de trabajos. Nuestras Facultades no han de regatear sus esfuerzos; atentas están a todos los adelantos de las ciencias, y dispuestas para laborar en aras del bien general de España que, como por cuanto antecede se deduce, tan ligado se encuentra con nuestros estudios.

Debemos honrar a los investigadores. Todos los grandes inventos, aplicaciones industriales, comodidades para los pueblos, tienen como punto de partida la apreciación de un hecho, insignificante al parecer, obtenido tras largas vigili-
as de trabajo en el laboratorio; ni aquellas observaciones de hechos nuevos que parece no tengan relación alguna con los asuntos industriales, dejan de tener su importancia; en años posteriores pueden ser completadas, hallando su parte utilitaria. Si en marcha ascendente nos remontamos llegando hasta el origen de las más importantes industrias, hallaremos al obscuro investigador que con su aportación, entonces sin trascendencia, abrió la puerta a posteriores descubrimientos: las extraordinarias aplicaciones de la electricidad, con todas sus maravillas, nos llevan por este camino, que podríamos llamar genealógico, a encontrar nombres gloriosos que iluminaron los senderos que había que recorrer para llegar a las actuales conquistas de la ciencia; y si en las diversas e importantes derivaciones de la química realizamos el mismo trabajo, aparecen otros dignos del mayor respeto y admiración, por haberse sacrificado por un porvenir a veces tan lejano, que no era posible alcanzarlo en la vida del que llevaba a efecto los primeros ensayos.

Debemos honrar a los investigadores

Los que sin descanso trabajan por afinar los valores de las constantes de los distintos cuerpos, atentos a obtener cada día una mayor aproximación a la realidad, que permita conocer mejor sus distintos modos de actuar; los que creyendo posible determinar la relación entre la constitución de los cuerpos y sus distintas propiedades terapéuticas, tin-

tóreas, explosivas, etc., y considerando esto como un ideal casi inasequible, aportaron sus primeros esfuerzos para iniciar la solución de tan sugestivo programa; aquellos que, con una fructífera vista de conjunto, armonizaron los principios físico-matemáticos con los procesos de orden puramente químico, tratando de demostrar la cooperación de la electricidad en la constitución de los cuerpos, todos ellos son dignos de nuestro mayor respeto y profundo agradecimiento, ya que pusieron los jalones para que, con sus esfuerzos parciales y los realizados por los que les sucedieron en su desprendida labor, se pudiese obtener, al cabo de años, el detalle final, a veces tan sencillo que admira no se hubiese hallado antes, sin tener en cuenta que es consecuencia de una serie de descubrimientos sucesivos de pasos imperceptibles, que permiten llegar a encontrar, en forma de energía acumulada y como restitución acrecida con intereses usurarios, la aplicación industrial que en ocasiones encierra tal capacidad creadora de riqueza, que puede cambiar por completo la faz de la Humanidad.

Si las distintas manifestaciones del arte, de la industria y de las ciencias, si las primeras figuras de las instituciones fundamentales del Estado, son objeto de homenaje en las personas que en ellas se han distinguido, de una manera especial lo merecen los que, representando a las ciencias experimentales, trabajan calladamente en sus modestos laboratorios, aislados del mundo exterior y sólo atentos a perseguir los secretos que la naturaleza se obstina en ocultarles. Años de ingraticudes y sinsabores, vidas agotadas, son generalmente el pago que reciben quienes se afanan por avanzar en el árido camino de la investigación científica; ni el respeto de las gentes suele alentar a los que el vulgo considera como espíritus infantiles, que hacen de la ciencia pasatiempo. Y por su esfuerzo avanzaron las antiguas civilizaciones. Y a ellos deben los pueblos las ventajas de la época moderna, con sus diversos adelantos en todos los órdenes de la vida.

LA QUÍMICA AL SERVICIO DE LA PATRIA

Honremos a los sabios, démosles mayores honores, facilitemos sus trabajos de investigación; cuantos esfuerzos se hagan en este sentido, no serán sino anticipos de los que la Patria obtendrá con el tiempo beneficios incalculables.

HE DICHO.

*Terminóse la impresión de este Cuaderno
el día 25 de Septiembre de 1929*