

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. Sr. D. Eduardo López Navarro, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela d- Caminos.
 D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero de Caminos del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

REVISTA EXTRANJERA

Química vieja y química nueva (1).

El árbol genealógico de la química tiene sus raíces en las épocas más remotas de la historia humana, y ya en la primera civilización china, 3000 años antes de Jesucristo, encontramos los primeros conocimientos químicos en la preparación de bronce, de pinturas, de la seda, etc. Las civilizaciones egipcia, griega y romana, sólo tienen de la química un concepto práctico y empírico no guiado por leyes positivas; y todos los descubrimientos químicos de la Edad Media se confunden entre las misteriosas investigaciones de los alquimistas que buscaban la transformación de todos los metales en oro.

De la química vieja constituían el patrimonio los metales, algunos ácidos y pocas sales; no se podía llamar ciencia a la química, era solamente un conjunto de conocimientos empíricos, erróneos y contradictorios, que no permitían aplicaciones importantes.

Como *ciencia positiva*, es la química la más joven de todas las ciencias naturales, y el tronco sólido y recto de su árbol genealógico salió del terreno histórico sólo al fin del siglo XVIII con los geniales trabajos de Black, de Cavendish, de Richter, de Scheele, de Priestley, Lavoisier, Prust, etc. La química tomó segura dirección cuando se estudiaron las propiedades de los cuerpos utilizando los pesos y medidas.

Y crece y se robustece el tronco del árbol químico con los trabajos y con las leyes descubiertas por una pléyade de genios como Avogadro, Dalton, Berzelius, Liebig, Hofmann, Kekulé, Meyer, Mendelejeff, Berthelot, etc., y este tronco comienza a mediados del pasado siglo a dar las primeras ramas: la química orgánica, la inorgánica y la química física, destinadas a repartirse el trabajo del progreso en numerosas ramificaciones.

Si las ramas representan los nervios y la armazón de este maravilloso organismo, las hojas, las flores y los frutos están representados por los resultados prácticos, por las variadísimas industrias que de la química se derivan.

Nutrir el tronco y las ramas del árbol, ó sea la parte teórica fundamental, las escuelas y las universidades, significa vigorizar las hojas, las flores y los frutos, ó sean las industrias.

No existe antagonismo entre la teoría y la práctica, como alguna vez se ha creído. El bienestar y el incremento de la una están estrechamente ligados a los de la otra; separarlos es hoy imposible, absurdo; es fatal y dañoso mantenerlas separadas, como lo demuestran ciertas naciones que en el mercado universal han sido vencidas por aquéllas en que se ha comprendido esta armonía entre la teoría y la práctica.

Las aplicaciones se multiplican cada vez más, y lo que se soñaba como lejano y vaga eventualidad, es hoy hecho consumado, y se van preparando nuevas conquistas para lo porvenir.

No hablaré de las geniales leyes descubiertas por la química nueva que revolucionaron las teorías de la química vieja y de la joven al empezar el siglo XIX. No es este el lugar para ilustrar la teoría de la valencia química, de los lugares químicos de los átomos, de la esteoquímica ó motoquímica, de los iones y de la presión osmótica en

relación con la determinación de los pesos moleculares, y de tantos otros principios teóricos que sirvieron para iluminar el camino del progreso industrial, para explicar los enigmas y para desviar los obstáculos que se oponían a su marcha triunfal.

Solamente pasaré revista rapidísima a los frutos de los modernos estudios de la química nueva, frutos que han producido el bienestar y el enriquecimiento de muchos, y que preparan más agradable porvenir a la humanidad entera.

*
**

Para tener una idea de la importancia económica y social de la química, basta pensar que en Alemania sólo, mientras en 1830 exportaba por valor de 250 millones de pesetas en productos químicos, en 1898 exportó por valor de 420 millones, dando trabajo a 150.000 operarios en sus variadas y florecientes industrias químicas.

Si en mis citas me refiero muy a menudo a las estadísticas alemanas, es porque son las más exactas, y porque en Alemania la industria química ha alcanzado tal grado de perfección y de provecho que puede servir de ejemplo a las demás naciones.

La producción del ácido sulfúrico, que se considera como el termómetro del progreso económico, y que era en Alemania de 57.000 *ton* en 1872, subió en 1885 a 345.000 *ton* y en 1897 llegó a la fantástica cifra de 845.000 *ton* para 2 millones de *ton* producidas en el mundo entero; y el precio, que en 1830 era de 70 pesetas la *ton*, bajó a 41 pesetas en 1890.

La industria de la sosa, que corre parrejas con el progreso industrial, ha tomado un desarrollo imprevisto, extraordinario.

Alemania, que en 1878 producía 42.000 *ton* de sosa, en 1900 produjo 250.000 *ton* con el sistema Solvay: este sistema es el que ha venido a substituir al antiguo método Le-Blanc, hoy moribundo, y que ha permitido que disminuya el precio que en 1870 era de 40 pesetas el quintal, y es de 12 pesetas en 1900. Y esta disminución de precio fué acompañada de fabulosas ganancias para los industriales; la fábrica de sosa más importante del mundo, la de Brunner, Mond y C.^a en Inglaterra, que recientemente elevó su capital a 75 millones de pesetas, dió en 1892 un dividendo de 100 por 100, y sigue dándolos de 80 por 100 por lo menos.

*
**

Malthus (1), ingenioso y afortunado economista, no era químico, y la química, a principios del siglo pasado, no dejaba entrever un porvenir tan maravilloso. A las trágicas previsiones de Malthus, les dió el más solemne mentís el famoso Liebig, cuando demostró que, restituyendo a la tierra todas las sales que se le extraen con las cosechas, se podía aumentar su fertilidad, y desde entonces vemos nacer y desarrollarse prodigiosamente la industria de los abonos químicos minerales, que llevan generosamente la abundancia a donde no había más que miseria. Hoy consume en el mundo la agricultura cerca de 45 millones de quintales de perfosfato y más de 20 millones de quintales de sales potásicas, sódicas y amoniacales (2), que las inagotables minas

(1) Economista inglés (1736-1834) que pretendía demostrar que la población aumenta en progresión geométrica, mientras la producción de las substancias alimenticias aumenta en progresión aritmética, de suerte que debía considerarse utópico el prever mayor bienestar para la humanidad futura.

(2) Unos 10 millones de quintales de sales potásicas.

Unos 6 idem id. de nitró de Chile.

Unos 4 idem id. de sulfato amónico.

(1) Discurso del profesor Héctor Molinari.

de Stassfurt y de otros países producen sin interrupción, y la madre tierra generosa las restituye centuplicadas bajo las formas más preciosas de trigo para el pan, de lana y algodón para los vestidos, de carne, de vino, de azúcar, de frutas, de flores.

La industria de los fosfatos en Alemania consume cerca de 2 millones de quintales de ácido sulfúrico, y esto explica cómo el consumo de este ácido constituya el termómetro del progreso y de la civilización. Los siquiatras y los antropólogos miden y estudian con los instrumentos y métodos más delicados, los nervios, el cerebro y el cráneo humano, para determinar el grado de civilización; los químicos, con no menor seguridad, pesan las toneladas de sosa y de ácido sulfúrico. Pero la agricultura está ahora encarrilándose en un camino que no deja prever los vastos horizontes que la esperan. Los químicos, haciendo análisis del estiércol, notaron que durante su conservación en estercoleros ó en el campo, perdía grandes cantidades de nitrógeno, y, por lo tanto, de materias fertilizantes. Se ha descubierto recientemente que algunos microbios tienen precisamente el desagradable oficio de la desnitrificación, y los químicos han propuesto inmediatamente varios métodos para impedir esta enorme depreciación del más importante reconstituyente de la fertilidad agrícola; y si la solución completa de este importante problema no se ha hallado todavía, es de suponer que se hallará dentro de poco tiempo.

Más sorprendente todavía fué la observación que se ha hecho en estos últimos años de que cultivando ciertas plantas en algunos terrenos sin suministrarles abonos nitrogenados, se encontraba después en el terreno mayor cantidad de materias nitrogenadas que la que había antes de aquel cultivo. ¿De dónde había venido aquel nitrógeno?

Estudios más delicados condujeron á un inesperado descubrimiento. En las raíces de las leguminosas hay ciertos bacterios que tienen la propiedad, sirviendo de intermediarios, de hacer asimilar á las plantas directamente el nitrógeno del aire, de ese manantial gratuito é inagotable de nitrógeno. Algunos terrenos son estériles porque no contienen estos bacterios, y hoy la casa Meister Lucius ha conseguido cultivar los artificialmente y darlos al comercio con el nombre de nitragina, para inocularlos en los terrenos, como se inocula el virus para la viruela y los sueros para otras enfermedades. Terrenos arenosos y estériles de las provincias rinianas dieron cosechas abundantes por este medio.

Otras ventajas espera la agricultura de la selección racional de las semillas y de las plantas. Así como se ha llegado á mejorar las razas de animales, llegando hasta crear casi tipos nuevos, así con la selección en la agricultura se obtuvieron efectos imprevistos. La remolacha azucarera, tal como hoy se cultiva, es el mejor ejemplo del progreso de estos estudios.

Antes, de 25 quintales de remolacha se sacaba 1 quintal de azúcar; hoy se saca de 8 quintales. Mientras antes se necesitaban 200 días para trabajar en una fábrica 5.000 quintales de remolacha, hoy hay fábricas que trabajan esa cantidad en un solo día.

En agricultura nada se pierde, cada producto se utiliza del modo más remunerador, y los desperdicios ya no lo son puesto que se aprovechan.

El trabajo industrial de la leche en las actuales y grandiosas que-serías, está perfeccionado de tal manera en comparación con los antiguos, sistemas que constituye una industria verdaderamente moderna. Por medio de las centrifugas se obtiene el máximo rendimiento de manteca, y con el cultivo de ciertos bacterios se obtiene recientemente manteca más pura, más aromática y más conservable para largos transportes.

Y la caseína de la leche, que no se utilizaba, se emplea para preparar ciertas colas utilísimas; y, mejor todavía, se emplea hoy para preparar algunos alimentos concentrados bastante digestibles y nutritivos para enfermos, etc.

*
**

Los progresos de la química nueva sobre la vieja se encuentran, no sólo en los nuevos descubrimientos, sino también en los perfeccionamientos de los antiguos sistemas. Así, en la importante industria del vidrio, mientras antes se consumían 400 kg de carbón para cada 100 kg de vidrio producido haciendo la calefacción directa, hoy se consumen sólo 130 kg de carbón calentando con el gas.

Sorprendentes son también los progresos y las economías realizadas en la industria de los ladrillos, de la porcelana y de los cementos para construcción. Alemania, que hasta 1860 fué tributaria de Inglaterra, producía, en 1880, 4 millones de quintales de cemento portland y 40 millones de quintales en 1890. El precio y la calidad de este producto

son tan ventajosos, que se puede prever la sustitución del hierro por el cemento en la construcción de puentes; como antes el hierro sustituyó á la piedra y al ladrillo. En tanto que el hierro con el tiempo se altera y pierde en solidez, el cemento al envejecer se hace más resistente.

Y el mismo cemento está amenazado de ser sustituido por otro nuevo producto, las piedras artificiales de construcción obtenidas con cal y arena bajo la acción del vapor de agua á presión y temperatura elevadas. Se forma de este modo un hidrosilicato de cal muy resistente.

Sorprendentes son las peripecias sufridas por la industria de la iluminación. El gas del alumbrado, que casi durante un siglo se había difundido como el único y el más ventajoso sistema de iluminación, no podía sustraerse á la ley fatal del progreso y debía ceder el puesto al alumbrado eléctrico. Todos lo habían pronosticado, y la ley histórica avanzaba inexorable para pronunciar la sentencia de muerte, á la cual ya se había resignado esta industria; pero de repente, cuando nadie lo suponía, la química vigoriza y rejuvenece á este moribundo. La red-cilla de incandescencia, descubierta pocos años ha por Auer y preparada con metales que antes eran rarísimos, ha permitido reducir el costo de la iluminación por gas á seis veces menos y hacer competencia con la luz eléctrica de incandescencia con un costo siete veces menor á igual producción de luz, y hasta luchar con la luz de arco.

Y ya otros gases más económicos todavía, como el gas de agua y el hidrógeno obtenido por la electrolisis del agua, están prontos á garantizar la producción de luz, de calor y de energía mecánica, por muchos años todavía, en competencia con el carbón y la electricidad.

*
**

Más sorprendente es todavía el progreso de la química orgánica en la fabricación de colores artificiales obtenidos del alquitrán en estos últimos cuarenta años.

La naturaleza sola, suministraba un número bastante limitado de materias colorantes para las fibras textiles; hoy, al contrario, la química ha suplantado á la tierra y á los vegetales y con 8 ó 10 sustancias extraídas del alquitrán prepara millares de sustancias colorantes, las más diferentes y las más brillantes.

Alemania en esta industria ocupa 20.000 obreros y 500 químicos.

La única materia colorante natural que quedaba todavía afrontando la marcha triunfal de la química era el *indigo* tradicional, que venía empleándose desde los tiempos de la primera civilización china. Desde hace dos años, este último sobreviviente de los colores naturales ha debido venir á entenderse con el indigo artificial para prepararse una capitulación próxima (1).

Téngase en cuenta que esta industria, que ha nacido de las más puras y abstractas especulaciones teóricas de laboratorio, ha producido en la práctica millones de ganancias para los industriales. La fábrica Meister Lucius y Brüning de Höchst, que en 1863 tenía una caldera pequeña de vapor, un químico y cinco operarios fijos, ocupa hoy á 2.000 obreros, á 10 Ingenieros y á 60 químicos; tiene 60 calderas de vapor, 92 motores, y produce utilidades netas de cerca de 7 millones de pesetas.

La Badische-Anilin und Sodafabrik, de Ludwigshafen, ocupa hoy á 4.000 obreros y á 100 químicos, y da de productos, desde hace algunos años, más de 8 millones de pesetas, ó sea el 28 por 100 del capital empleado.

*
**

Pero el porvenir de la química deberá buscarse en la aplicación de la electricidad á las diversas industrias químicas. Sólo hace veinte años que se ha iniciado esta nueva orientación, y ya se han obtenido óptimos resultados. Ya hoy toda la enorme cantidad de *cobre* que anualmente se consume, ha sido casi exclusivamente producida ó purificada electrolíticamente: unas 160.000 ton, con un valor de 350 millones de pesetas. La *plata*, el *oro* y el *níquel*, se trabajan ya en gran parte electrolíticamente, y pronto lo serán también el *cinc*, y mejor todavía el *magnesio*.

Para tener una idea de la importancia de la industria electroquímica del carburo de calcio para la fabricación del acetileno, basta pensar que actualmente consume esta industria unos 150.000 caballos de fuerza.

(1) Los comerciantes ingleses, además de introducir toda clase de perfeccionamientos en el cultivo del indigo, hicieron un convenio con las dos fábricas de indigo artificial, *Badische-Anilin und Sodafabrik* de Ludwigshafen y *Meister-Lucius* de Höchst, para regular de común acuerdo y por algunos años todavía el precio del indigo en el mercado universal.

Cloro y cloratos se obtienen hoy casi exclusivamente por la vía electrolítica, y también la sosa y la potasa cáusticas.

El carbonato de sodio, obtenido electrolíticamente, está destinado a sustituir al viejo sistema Le Blanc y también al hoy victorioso sistema Solvay; ya hay diversas fábricas en Europa, y muy pronto funcionarán dos importantes en Italia. El desarrollo rápido de estas fábricas dependerá de la mayor y más racional utilización de la enorme cantidad de cloro que se obtiene, juntamente con la sosa, por la electrolisis del cloruro de sodio (sal marina).

La preparación electrolítica del hidrógeno y del oxígeno tiene también gran porvenir para la producción de luz, de calor y de energía mecánica; gracias especialmente al procedimiento de los hermanos Garuti, que permite obtener el hidrógeno en vasta escala, a menos de 5 céntimos el metro cúbico.

Es interesante también la historia de la producción del aluminio. En 1850 era considerado como metal raro, y costaba a 1.000 pesetas el kilogramo; en 1860, con un nuevo método químico de preparación, bajó el precio a 300 pesetas el *kg*, pero la producción era pequeñísima. Sólo después de la preparación electrolítica en grandes establecimientos se ha obtenido un precio bastante bajo con un aumento extraordinario de producción, y así en 1890 se produjeron 30.000 *kg* a 8 pesetas; en 1892, 300.000 *kg* a 6 pesetas, y en 1900, 5.000.000 de *kg* a 3,50 pesetas el *kg*.

Los horizontes de la electroquímica están aún muy lejos de ser delineados. Citaré un ejemplo reciente de sus aplicaciones.

El ozono, descubierto en 1840 por Schönbein, fué preparado sólo para usos de laboratorio por Siemens en 1857, y poco se hablaba de él, si no fuera por los poetas y literatos que lo presentaban como restaurador y regenerador de la vida, cuando en realidad es nocivo si se le respira. Pero desde hace dos años se prepara en vasta escala para un objeto que ciertamente no fué previsto por el descubridor. El problema de suministrar agua potable a las poblaciones está hoy demostrado que es de capital importancia. Acaso la solución más económica y racional la dará el ozono para aquellas poblaciones que no pueden traer aguas buenas del subsuelo ó de las montañas.

Haciendo pasar el aire cargado de ozono a través de aguas con abundantísimos bacterios, quedan esterilizadas sin que el ozono deje huella alguna de su paso por el agua. Aguas pésimas, desde el punto de vista higiénico, que contenían hasta 800.000 microbios por centímetro cúbico; después de tratadas por el ozono, sólo contenían 400. El ozono mata a los bacterios de la tisis, del tifus, del cólera. En Europa hay ya tres ó cuatro instalaciones para purificar el agua.

Inagotable sería este campo de las aplicaciones de la electroquímica; sólo añadiré que su porvenir promete mucho y está asegurado, porque a medida que se vaya agotando el depósito de carbón que hay en las entrañas de la tierra, la industria química deberá buscar su porvenir en la utilización de la electricidad.

Iríamos muy lejos si quisiéramos tocar otras muchas industrias importantísimas, como la de la metalúrgica; la de la seda artificial, que, partiendo de la simple celulosa, nos da la fibra textil más bella que conoce el hombre, la seda, que compite en precio y en brillantez con la que producen los gusanos; el algodón, que con un simple baño de sosa cáustica, adquiere brillo semejante al de la seda y se hace más resistente; la industria de los perfumes, que hoy llega a reproducir artificialmente los aromas más delicados que hasta hoy sólo preparaba la naturaleza.

Para obtener un kilogramo de esencia de rosas, que cuesta 2.000 pesetas, se necesitan 2.000 *kg* de hojas de rosa frescas, y análogamente para producir otros perfumes naturales. Pero hoy, con substancias mucho más baratas, se consigue con síntesis químicas reproducir muchos de los más delicados perfumes naturales.

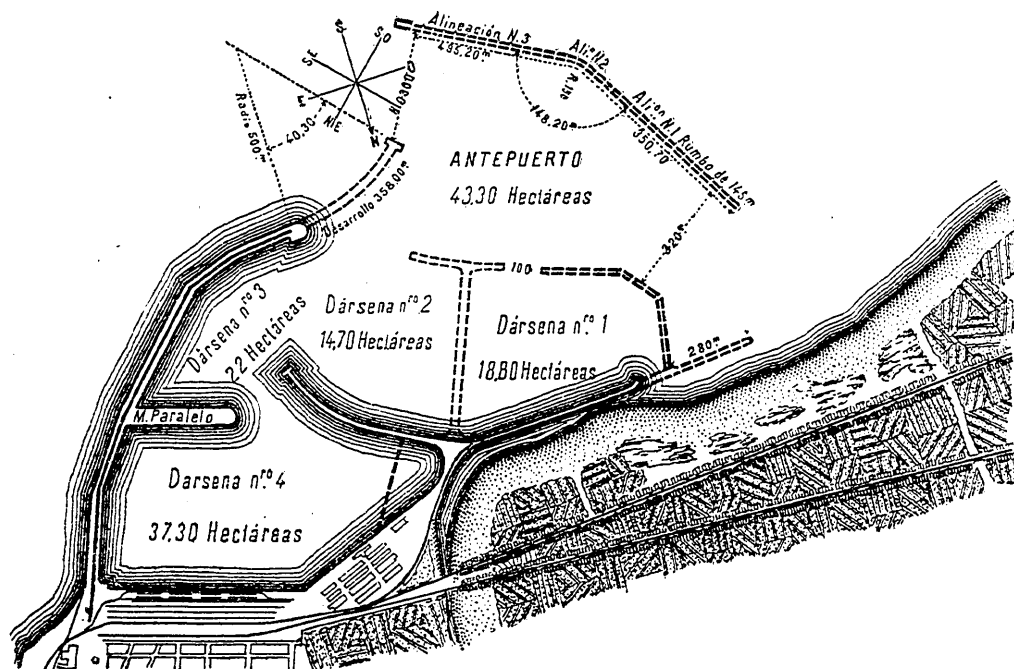
Hemos hecho una excursión vertiginosa a través de las principales industrias químicas; no se podía ilustrar rápida y sucintamente su importancia sino sintetizándola en algunas cifras que dieran alguna idea concreta de la importancia de la química nueva y justificaran la necesidad de interesarse en esta ciencia.

Los terribles espectros de Malthus, que veía a la humanidad futura disputándose el pan escaso, y las pesimistas previsiones de algunos economistas, ya no nos espantan. Bien venidas sean las ciencias y la química nueva, para multiplicar los productos de la tierra y de las industrias; bien venidas las máquinas, para aligerar ó intensificar el trabajo productivo humano; bien venido sea el progreso, preparador del bienestar para la humanidad entera.

PUERTO DE TARRAGONA

(CONTINUACIÓN)

Consideraciones que fijan la posición del extremo Oriente del dique Sur.—Diferentes consideraciones determinan la situación del extremo Oriente del dique Sur. Si, como hemos querido demostrar, para que se libre el puerto de Oestes y Noroestes y a la vez aprovechen las marejadas de Levante como limpias, es preciso construir dársenas en el antepuerto, según indica la fig. 4.^a y por otras consideraciones antes apuntadas, hay que llevar también hacia Poniente el morro I, éste a la vez será preciso avance hacia el Sur, para dejar espacio a las mencionadas dársenas y al antepuerto por donde las marejadas de Levante han de discurrir, y resulta entonces casi forzoso ligar por un



(Fig. 4.^a)