UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

DISCURSO

LEÍDO EN LA SOLEMNE APERTURA

DEL

CURSO ACADÉMICO

DE 1918 A 1919

POR EL

DR. D. JOSÉ GIRAL Y PEREIRA

CATEDRÁTICO DE QUÍMICA ORGÁNICA

SALAMANCA

IMPRENTA DE «EL SALMANTINO»

PLAZUELA DE SAN ISIDRO

1918

DISCURSO DE APERTURA

1918 A 1919

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

DISCURSO

LEÍDO EN LA SOLEMNE APERTURA

DEL

CURSO ACADÉMICO

DE 1918 A 1919

POR EL

DR. D. JOSÉ GIRAL Y PEREIRA

CATEDRÁTICO DE QUÍMICA ORGÁNICA

SALAMANCA

IMPRENTA DE «EL SALMANTINO»

PLAZUELA DE SAN ISIDRO

1918

Excelentísimo Señor:

Señores:

Incapacitado para hacer discursos y plenamente convencido de la inutilidad de estos actos, me veo obligado, por ministerio de la ley, a ocupar esta tribuna y forzado a desempeñar una labor que no estimo eficaz: ni por el auditorio, heterogéneo e inquieto; ni por el tema, especializado y técnico; ni por el conferenciante, inhábil y torpe de expresión.

Yo no sé, ni quiero, teorizar. Pienso, con Diderot, «que los estudios teóricos son propios para llenar las capitales de orgullosos razonadores y de contempladores inútiles, y las campiñas de pequeños tiranos, ignorantes, holgazanes y desdeñosos». Me dedico a una ciencia, la Química, esencialmente experimental; la práctica, los hechos de observación, constituyen la casi totalidad de su estudio. Es, genuinamente, una ciencia de acción. Venir a este sitio a *hablar* de química y no a *hacer* química, es cometer un delito de lesa ciencia. Conste, pues, que a ello voy forzado por las circunstancias antedichas.

Y sin embargo... Siento una gran satisfacción en poder ocupar este sitio; y en este acto, que diputan de solemne. Es una ocasión, que no se repetirá en mi vida, la de poder dirigirme a vosotros, catedráticos y alumnos (maestros y discípulos algunas veces), invitados varios y representantes todos de profesiones diversas, que llenan en el marco de la democracia análogas funciones sociales. A las clases mal llamadas directoras, a los elementos productores, a la juventud estudiantil, a todos me dirijo, porque a todos debe interesar el desenvolvimiento de las energías de España. Y mi oración, discurso, o lo que sea, va encaminado a fijar la Posición de la Universidad ante el problema industrial.

Aspiro, y este es uno de los motivos de mi satisfacción, a remover los espíritus en pro de una causa de tan vital importancia como el resurgimiento industrial de nuestra patria. Pretendo poner mi esfuerzo al servicio de una fecundísima tarea de aproximación de la Universidad a la Industria. Y es mi más ardiente deseo el que sepamos todos colocarnos a la altura moral que los trágicos momentos actuales reclaman, para desarrollar las fuentes de riqueza material de

nuestro país y para que nuestro acervo espiritual dirija noble y patrióticamente esa obra de engrandecimiento nacional, con normas éticas de estricta pureza, y, sobre todo, con predominio exuberante de la voluntad sobre la pasión. Que es grave defecto de nuestra raza ser más pasional que volitiva. Y que para las empresas de la moderna vida (creo que de todas las vidas), el triunfo siempre es de la voluntad.

Ciertamente que para esa tarea nos falta el concurso de aquel ilustre aragonés, que se llamó en vida D. Mariano Amador y Andreu, compañero querido a quien dedicamos nuestro respetuoso recuerdo. Fué tan distinguido finado maestro de muchas generaciones, en tan difícil disciplina como la Lógica fundamental; autor de libros y publicaciones, estimables y estimadas dentro y fuera de España, y fué defensor tenaz de los fueros universitarios. ¡Descanse en paz el querido compañero!

* * *

Para el desarrollo metódico de nuestro plan, precísase que hagamos una reseña detallada del estado actual de las diversas y principales industrias españolas; esa reseña nos ofrecerá, con el obligado comentario, un índice de cuestiones fundamentales, que alcancen la categoría de verdaderos problemas nacionales. Las industrias básicas (agrícola, carbonífera, hidroeléctrica, minera y metalúrgica), las químicas y otras varias, merecen nuestra atención, siquiera sea en sucinto bosquejo, dado el espacio de que disponemos y las recomendaciones recibidas de la Superioridad, para que este nuestro modesto trabajo, sea conciso y acomodado a la índole del auditorio a quien va dirigido.

Industrias agrícolas.

Para nadie es un secreto que producimos la cantidad de trigo que necesitamos para nuestro consumo. Según cálculos, de la ración alimenticia media del español—que hemos hecho tomando como base los datos de importación, exportación, producción y 10 por 100 destinado a simientes y alimentación de ganado—el trigo consumido en España por cabeza y año, es de 1,442 quintales métricos, lo cual corresponde a 405 gramos diarios de pan (englobando en esa cifra los productos elaborados a base de harina). Esta cifra coincide sensiblemente con la establecida por el economista Lundborg, que asigna 415 gramos diarios de pan por cabeza en nuestra patria. Y viene consolidada por los datos exclusivamente de consumo, de promedios de grandes poblaciones, pueblos, información directa de familias y de agrupaciones diversas. Para alcanzar esa ración diaria de pan, se precisa una producción de unos 34 millones de quintales métricos de trigo al año; producimos, en años de cosecha media, de 38 a 42 millones, cifra que, si bien es verdad que cubre nuestras necesidades, es harto exigua para un país tan agrícola como el nuestro. Tengamos en cuenta que en la actualidad existen en nuestro suelo 72.000 kilómetros cuadrados de superficie sin ningún cultivo y cerca de ocho millones dedicados a barbecho. Es preciso que ampliemos la zona destinada al cultivo de cereales y que lo intensifiquemos haciéndolo más científico o más racional (que todo es uno y lo mismo). El problema está bien estudiado y tiene soluciones concretas. Nuestro país, de cielo despejado y clima templado en general, tiene un pésimo régimen de lluvias, y esto constituye—dice Picavea—la causa única y suprema de cuantos males y daños sufre la patria; hay calor solar—añade—cielo luminoso, montes, valles y llanos abundantes; ¿qué otra cosa más que el licor vital, sabiamente prevenido y con oportunidad derramado. ha de hacer falta para que Iberia sea lo que la naturaleza quiso que fuese por su colocación: uno de los países más felices de la Tierra? La demostración experimental ni una sola vez deja de responder y abunda por todas partes. En medio de las mayores desolaciones, donde quiera que se riega, surge el paraíso. Por eso, agregamos nosotros, las grandes obras hidráulicas (Alto Aragón, riegos del Ebro, etc.) transformarán por completo nuestra producción agrícola.

El aumento de la producción cereal y, sobre todo, la baja en el precio del fruto, depende, no solamente de la mayor extensión cultivable, sino de la mejor manera de cultivarla. Una mayor extensión cultivable podemos alcanzarla poniendo en producción terrenos incultos (por abandono, por lujo o recreo de sus

propietarios, por deficiencias topográficas corregibles); pero el área actual de cultivo puede producir más trigo, de mejor calidad y más barato. Poco más de seis hectolitros por hectárea rinden nuestras tierras; pasa de diecisiete el rendimiento medio en Francia; en épocas normales, una fanega de trigo viene gravada con unas ocho pesetas de gastos totales de producción, y no llega a cinco en el país vecino. Para ello se precisa un cultivo muy otro del actual, y, como es consiguiente, una considerable elevación del nivel cultural del agricultor y del labriego. Han de comenzar éstos por cultivar su inteligencia, si han de obtener el debido fruto del cultivo de la tierra. Que no olviden las palabras de Costa: «La Agricultura consiste en transformar en productos naturales asimilables, la mayor cantidad posible de materia bruta con el mínimum de intervención material del hombre».

* * *

Ante la imposibilidad de ocuparnos de todas las industrias que toman origen en la Agricultura, reseñaremos brevemente aquellas cuya implantación estimamos del mayor interés en nuestra patria.

Algodón.—No poseemos plantaciones de algodoneros, a pesar de las muchas aplicaciones de los productos que dicho árbol suministra. Intentos de su cultivo en nuestras posesiones norteafricanas se han hecho en estos últimos años, con excelente resultado, lo cual permite concebir esperanzas de una posible intensa producción algodonera española. Recordemos que hace un siglo se cultivaba el algodonero en ciertas vegas andaluzas, habiéndose abandonado su cultivo por varias causas, que no afectaban a la buena calidad del producto, ni a deficiencias del clima ni del terreno. Cerca de 100.000 toneladas anuales (por valor de 130 millones de pesetas) nos vemos obligados a importar para sostener nuestra floreciente industria textil, que nos permitió exportar en 1912 manufactura algodonera por valor de 56 millones de pesetas.

Pero debe tenerse muy en cuenta que, aparte del uso textil, actualmente el algodón es de extraordinaria importancia, desde el punto de vista de la defensa nacional, porque suministra celulosa muy pura, la cual, nitrada (algodón pólvora), constituye la base de infinidad de explosivos de guerra (cordita, pólvora B, balistita, etc.); esto afirma la necesidad de su producción, no aminorada por el empleo de sustitutivos (uata y algodón de madera, cáñamo, lino, paja, etcétera), que se nitran peor que el algodón y son de muy dudoso resultado. Por otra parte, el algodón es la base de importantes industrias químicas: una mezcla de esteres acéticos de la celulosa, constituye la celita, con la cual se confeccionan cintas cinematográficas; sus mismos esteres nítricos entran a formar parte del celuloide y del cellán, de tan variadas aplicaciones; y unos u otros forman parte de las distintas variedades de seda artificial. Además, el algodón hidrófilo es la base de muchos preparados farmacéuticos, de aplicaciones en la asepsia general.

Pero el algodonero es árbol de mayor utilización que la que dimana de los

importantísimos usos del algodón o borra de sus semillas. Estas mismas suministran un aceite comestible y de aplicación en jabonería, en la fabricación de bujías y como lubrificante.

Creemos, por todo lo dicho, que este problema del cultivo del algodonero en nuestro territorio, debe planteárselo seriamente todo Gobierno que se estime defensor de los intereses patrios.

Otros textiles.—Es de gran interés fomentar el cultivo del lino, que disminuye considerablemente en casi todos los países, provocando esta escasez un continuo aumento en el precio de la fibra; nuestra nación ha sido buena productora, pero desciende considerablemente en estos últimos años, a pesar de que el cultivo del lino es muy remunerador por sí y por el aprovechamiento de la semilla (linaza), cuya harina y aceite son de gran consumo. Una consideración análoga hacemos en lo que al cáñamo se refiere. En conjunto, importamos en 1913 fibras vegetales por valor de unos 23 millones de pesetas, no exportando más que por unos cinco y medio millones.

Por su relación textil con los anteriores, debemos decir algunas palabras acerca de la seda y de la lana. La industria sericícola ha sido genuinamente española, habiendo llegado a un lamentable estado de decadencia, del cual parece que tiende a salir en estos últimos años. Es una vergüenza que importemos al año más de 660 toneladas de seda en diversos estados y por valor de unos 21 millones de pesetas, no llegando a exportar más de 200 toneladas por valor de unos 4.000.000; siendo la mayor parte de la exportación, de capullo, y la de la importación, de seda cruda y de borra. El fomento de esta industria es urgentísimo, y estimamos que no sería difícil el recuperar nuestro antiguo rango en ella.

En lo que se refiere a nuestra industria lanera, tan próspera y escogida en otros tiempos, de productos tan selectos y solicitados, sigue desarrollándose en un gran empirismo. Es verdad que la balanza comercial nos es favorable (en unos ocho millones de pesetas en 1913); pero es realmente bochornoso que exportásemos en dicho año cerca de 18 millones de pesetas de lana sucia, para importar ocho y medio de lana lavada. Nos faltan lavaderos de lanas bien instalados, en donde podamos obtener el beneficio que acusan las cifras anteriores y en donde nos sea posible aprovechar los productos valiosos que se extraen de las aguas de lavado: muy principalmente las sales potásicas (como indicamos en otro lugar) y la grasa de lana, que es generadora de múltiples productos químicos: lanolina, cera, lubrificantes, grasas de jabonería, etc. La importancia de estos aprovechamientos residuales se pone de manifiesto con estas cifras. Alemania, en 1905, exportó 134 toneladas de lanolina, con un valor de 250.000 francos. Algunos modestos ensayos de lavaderos modernos y de obtención de lanolina se han hecho en estos cuatro últimos años, y parece ser que una importante sociedad catalana pretende establecer grandes instalaciones para ese objeto.

Plantas medicinales.—Mucho interés tenemos en tratar de un sector de la Agricultura nacional, que pudiera ser potente fuente de riqueza; y es el que indica el epígrafe, ya intentado en distintas ocasiones y regiones con vegetales diversos. Citemos, a guisa de recuerdo, los ensayos hechos para obtener opio, quinas, hojas de coca y ricino.

Los de opio se han llevado a cabo en diversas regiones de las provincias de Toledo, Badajoz, Lugo y Murcia, cultivando la adormidera blanca (que suministra un producto mucho más pobre en alcaloides que la variedad negra) y obteniendo un opio negruzco, de mal aspecto, pero con una riqueza en morfina de más del 10 por 100. Nuestro suelo y nuestro clima son muy adecuados para este cultivo, propio para pequeñas explotaciones.

La idea de establecer plantaciones del árbol de la quina en España data de más de un siglo. Hipólito Ruiz se preocupa ya de este problema, en 1792, y propone, como regiones adecuadas, las Vascongadas, Galicia, Cataluña y parte de Andalucía. Podemos añadir, como excelentes, Canarias y Fernando Póo. Algunos ensayos aislados, sin organización ni perseverancia, han fracasado positivamente; pero el problema es de tan extraordinario interés, que el Estado debiera tomarlo por su cuenta, organizando plantaciones metódicas y bien estudiadas, como han hecho casi todos los países europeos en sus metrópolis o en sus colonias, pero muy especialmente Inglaterra en la India.

Algo parecido decimos de las hojas de coca, de posible cultivo en ciertas regiones cálidas, y de las de belladona, explotadas ya en distintos sitios. Téngase en cuenta que solamente estas dos clases de hojas, las quinas y el opio, suministran los alcaloides (atropina, cocaína, quinina, morfina, etc.) de más importantes usos en Terapéutica. Y es posible, y debe hacerse, que ellos se produzcan en nuestro suelo, por lo menos en cantidad que cubra nuestro consumo, facilitando a la Agricultura un nuevo campo de desarrollo y una positiva fuente de ingresos.

El árbol del alcanfor sería fácil aclimatarlo en determinadas zonas de nuestro suelo, como lo es ya en comarcas italianas similares a las nuestras. Para quienes interese el cultivo y explotación de esta planta, nos permitimos recomendarles la lectura del interesante y extenso trabajo de Giglioli, presentado en el VI Congreso de Química aplicada (tomo IV, págs. 200 a 342; Roma, 1906); sus consideraciones son aplicables, en su casi totalidad, a España y nos releva de ampliaciones acerca de este asunto.

El mentol es de mucho uso en Farmacia y Perfumería; el cultivo de la menta es posible y necesario entre nosotros. Nada decimos de nuestra producción de regaliz, ya importante en la actualidad; ni del de la gualda, tan recomendado por nuestro botánico Lázaro. Estos problemas se encuentran muy bien tratados por el farmacéutico Narbona en sus Anuarios de 1915 y 1917.

En cuanto al ricino se refiere, las plantaciones españolas van consolidándose y ampliándose. No hay razón para otra cosa, porque la planta se desarrolla muy bien en casi todo el territorio nacional (salvo la meseta central) y se da expontánea en Valencia y Andalucía. Importamos aceite de ricino por una considerable cantidad y debemos aspirar a producirlo en proporción que cubra el déficit y nos convierta en país exportador. No debe olvidarse que, además del uso terapéutico, bien conocido, el aceite de ricino es un excelente lubrificante muy usado, y es primera materia para fabricar el aceite de rojo turco, tan empleado en la industria de curtidos, y para elaborar una *facticia* (imitadora de caucho) de gran interés. La mayor parte de las naciones europeas son importadoras de la semilla y exportadoras de su aceite; pero el caso se da muy especialmente en Francia.

Algunas plantas tropicales, que viven y se cultivan en nuestras posesiones africanas, no son explotadas industrialmente en un aspecto farmacéutico interesante. Nuestros cacaos de Fernando Póo son ricos en manteca y en teobromina; lo mismo decimos del café, de donde se extrae cafeína. A pesar del enorme precio de esas substancias, de su uso continuo en Medicina, de la relativa facilidad de disponer de los materiales orgánicos que las contienen y de la respetable cantidad que nos vemos obligados a importar, no existe en España ninguna instalación en donde se beneficien las semillas del cacao y del café, con el objeto de extraer sus principios activos. ¡Ni la ha habido nunca, a pesar de la abundancia de dichas plantas en nuestras perdidas colonias ultramarinas!

Lo mismo decimos de muchas, muchísimas plantas, que espontáneamente crecen por nuestros incultos terrenos y que debieran ser una fuente de considerable riqueza, si tuviéramos espíritu de organización para explotarla metódicamente sin destruirla por codicia o por ignorancia. En estas regiones castellanas es incalculable la cantidad que se produce de digital, cantidad que se sostiene por lo prolífico de la planta, a pesar de la violenta destrucción que se hace de ella al recolectar sus hojas; su producción se extiende a muchas otras regiones, y, por ser planta espontánea, es muy rica en digitalina. Es un conjunto de condiciones verdaderamente excepcional para su explotación químico-farmacéutica; y, sin embargo, ninguna fábrica de España, produce actualmente digitalina, cosa que hacen muchas extranjeras con las hojas de digital que les enviamos desde aquí. Ejemplos análogos pueden citarse a docenas. Uno muy típico es el del tomillo, planta abundantísima en todo nuestro suelo; de su esencia se obtiene el timol, de importante aplicación en Higiene y Medicina. Pues, importamos considerable cantidad de ese producto, y hasta hace dos años no existía ninguna fábrica de timol. Otros casos análogos nos ofrecen el cornezuelo de centeno, la retama, el acónito, la genciana, tan abundantes todas ellas. Solamente las plantas esenciales son las que están regularmente explotadas en Levante y Andalucía; pero pudieran estarlo mucho más, intensificando su acción en lo que a las plantas espontáneas se refiere. Pequeños alambiques de barro son ya empleados por los campesinos andaluces, los cuales destilan plantas en sus incursiones por los montes, instalándose sucesivamente en parajes adecuados; las esencias obtenidas son llevadas, para su refinación, a las fábricas de Huelva, Sevilla o Málaga. Es una difusión del trabajo, que permite una colaboración eficaz, y es una iniciativa digna de imitación profusa para el fomento de nuestra producción esencial y, por tanto, de nuestra no despreciable exportación.

Por todos estos botones de muestra, podemos percatarnos del amplio campo que se ofrece para el desarrollo de la Agricultura industrial y, muy concretamente, de la farmacéutica. Pero una condición general de esos y otros muchos cultivos es la de ser intensivos (por todos conceptos más beneficiosos que los extensivos). Unos y otros precisan los tres fundamentales elementos: riegos, herramientas y máquinas, y abonos. De la importancia de los primeros ya hemos hablado; de los segundos nos ocuparemos al tratar de las industrias siderúrgicas; digamos ahora algunas palabras de los

Abonos.—Para hacer resaltar su importancia, basta considerar que la produc-

ción de trigo en nuestro suelo ha aumentado unos seis millones de quintales métricos por año en estos últimos decenios, para una superficie sembrada, de unos cuatro millones de hectáreas; ese aumento de 1,5 quintales métricos por hectárea se debe al perfeccionamiento de los métodos de cultivo y al empleo de los abonos químicos; y como la producción media de trigo en España es de unos nueve quintales métricos por hectárea, el aumento dicho supone el 16,5 por 100. Si se tiene en cuenta que ese aumento va repartido entre todas las tierras (bien y mal cultivadas) y es reclamado por los dos factores de aumento de abonos y mejora de métodos de cultivo, no es aventurado cifrar el aumento de cosecha, en las tierras bien cultivadas, en más del 30 por 100, por el hecho exclusivo del empleo más abundante de abonos químicos. (Datos del Sr. Quintanilla.)

Los vegetales han de restituir al terreno en donde se nutren, aproximadamente, el 8 por 100 de su peso (planta seca), puesto que el 92 por 100 restante es suministrado por el aire y por el agua; este 8 por 100 está integrado por combinaciones de diversos elementos químicos; algunas de ellas no es preciso restituirlas por la excesiva abundancia con que se encuentran en todos los terrenos (sílice, hierro, algunas veces cal, magnesia, etc.); pero de otras, la restitución es indispensable (nitrógeno, fósforo y potasio). En los 25 millones de hectáreas cultivadas en Francia, se extraen anualmente por las cosechas, 600.000 toneladas de nitrógeno, 300.000 de ácido fosfórico y 755.000 de potasa anhidra.

Abonos nitrogenados.—Las sustancias albuminoideas son indispensables e insustituíbles en nuestra ración alimenticia; ellas, cualquiera que sea su origen, son, en último resultado, suministradas por los vegetales, y el nitrógeno integrante de su molécula lo toman del suelo, en donde, ciertamente, no existe en cantidad suficiente. Son los abonos, orgánicos o químicos, los encargados de suministrar esto que falta, y se comprenderá que si la industria proporciona nitrógeno a bajo precio, el empleo de abonos azoados aumentaría, y con ello el rendimiento de los cultivos y el abaratamiento considerable en el precio de muchos alimentos, que deben a ese elemento su importancia económica y nutritiva (muy especialmente el pan).

Téngase muy en cuenta que en el ciclo bioquímico del nitrógeno, procedemos con evidente despilfarro, dejando que se *mineralicen* las combinaciones de este elemento que proceden de la molécula muerta albuminoide hasta llegar al elemento libre que existe en la atmósfera, cuando pudiéramos llegar a su recuperación impidiendo esas transformaciones dispendiosas; el gran biólogo Bunge llama justamente la atención sobre la enorme cantidad de nitrógeno perdido en la atmósfera, por la incineración secular de bosques inmensos, por la cremación de los cadáveres y por el empleo de explosivos y pólvoras de guerra; una libra de pólvora, al arder, destruye una cantidad de nitrógeno fijado igual a la contenida en un volumen de aire de tres millones de litros. (Esto decía Bungen en 1889; en la guerra actual se consumen unas 50.000 toneladas diarias de explosivos, lo cual supone una formidable cantidad de nitrógeno, cuya restitución de la atmósfera será tarea obligada de la ciencia química en época de paz).

Alemania, cuyos progresos agrícolas no pueden negarse, recolecta al año 63,7 millones de toneladas de cereales (entre ellos 4,5 de trigo); su suelo apenas basta

para sostener su población, y en cambio un cultivo intensivo en él, empleando un kilogramo de nitrógeno por hectárea, daría un suplemento de cosecha anual de cereales de 63,3 millones de toneladas (48 correspondientes al trigo), con lo cual podría subvenir a las necesidades de un número de habitantes mucho mayor (con el trigo en cultivo intensivo, podría sostener a cerca de cien millones de habitantes); y no olvidemos que, en la paz como en la guerra, es el número el que decide del triunfo. Que la evolución progresiva obligará a este cultivo intensivo, lo prueban con harta elocuencia las cifras y cálculos de Sir W. Crookes *(The Wheat Problem)*. Este ilustre químico llama justamente la atención sobre el aumento, extraordinariamente rápido, de los pueblos de raza blanca, los cuales encuentran en la consumación de cereales, la base de su alimentación; alimentación de primer orden, a la cual deben positivamente su actual superioridad. El número de individuos que comen pan ha aumentado, término medio al año, en seis millones desde 1871 a 1898 y puede estipularse en 516 millones el existente este último año; tomando base en estas cifras y estipulando que la superficie total de la tierra, susceptible de dedicarla al cultivo de trigo, no pasa de 107 millones de hectáreas, W. Crookes calcula que para el año 1930 las razas blancas se verán en la imperiosa necesidad de emprender cultivos intensivos, para subvenir al consumo creciente que deriva de su normal desenvolvimiento, so pena de cambiar las bases de alimentación, lo cual pudiera hacer cambiar también su actual superioridad moral y física

El problema de los abonos nitrogenados ha adquirido, como puede apreciarse por lo expuesto, extraordinaria importancia. Los desperdicios y residuos animales (estiércol de cuadra, etc.) no son ya suficientes y se los amplía y sustituye por abonos químicos. Entre los más importantes de éstos figura el nitrato de sosa, que se importa de las grandes nitrerías de Chile en tan enormes y crecientes proporciones que, de 226.000 toneladas que esta nación exportó en 1880, subió a 2.014.000 toneladas en 1908 y a 2.878.000 toneladas en 1916. Pero esta fuente de nitrógeno tiene su plazo señalado de agotamiento (variable según los calculadores Smith, Darapsky, Lagrange, Valdés y Vergara, etc.), que se puede estimar en unos sesenta años, estando ya agotadas las calicheras ricas y no explotándose actualmente más que las pobres en nitrato. Téngase, además, en cuenta el consumo extraordinario que de dicha substancia se hace para las necesidades guerreras; tan importante, que obligaba a Ostwald, el gran químico y mediano filósofo alemán, a decir en 1913 (pensando seguramente en Inglaterra), «que sería imposible la continuación de una guerra por parte de una de las grandes potencias, si alguna otra impedía la exportación del salitre chileno».

Ha sido preciso recurrir a otras fuentes nitrogenadas. El sulfato amónico producido en las aguas de lavado del gas de alumbrado (o, mejor dicho, de los gases desprendidos en la destilación seca de carbones) sigue en importancia al nitrato de sosa, pudiendo estimarse en 1,6 millones de toneladas la producción mundial en 1916, lo cual equivale a 330.000 toneladas de nitrógeno: Tiene un gran margen de desarrollo, como puede verse por la consideración siguiente: la hulla contiene de 1 a 2 por 100 de nitrógeno; en su destilación no se recupera bajo la forma de amoníaco más que un 10 a 20 por 100 del existente, porque el

resto se pierde al estado libre o de otros compuestos nitrogenados, tales como cianógeno, bases pirídicas, etc.; pero la cantidad aprovechable, referida al consumo mundial de hulla (unos 900 millones de toneladas al año) daría unos dos millones de toneladas de nitrógeno amoniacal; y estimando que solamente el 1,20 del consumo de hulla puede ponerse en condiciones de explotar su nitrógeno, siempre tendríamos 100.000 toneladas de este elemento, como límite a alcanzar, al estado de sulfato amónico. Citemos aún, dentro de estos medios de producir nitrógeno, el método de Mond, fundado en el aprovechamiento del nitrógeno amoniacal que tiene el gas pobre producido en ciertas condiciones.

Pero en donde se encuentran las reservas inagotables de nitrógeno es en el aire atmosférico; se ha calculado en siete toneladas el peso de dicho gas contenido en una columna de aire cuya base sea un metro cuadrado de superficie terrestre. Esto sin contar con el nitrógeno existente en las rocas primitivas y eruptivas de la corteza terrestre y que Erdmann evalúa en cinco toneladas por metro cuadrado. Sumando los datos anteriores, tendríamos una cifra total disponible, como reservorio natural nitrogenado para explotar industrialmente, de unos 12 millones de toneladas de nitrógeno por kilómetro cuadrado de superficie terrestre. No extrañará, pues, que los químicos hayan parado mientes en esta colosal fuente de nitrógeno y hayan ideado variados procedimientos de beneficio, todos ellos reducidos a fijar dicho elemento como compuesto oxidado (ácido nítrico) o simplemente hidrogenado (amoníaco). Entre los primeros merece especial mención el de Birkeland-Eyde (combustión del nitrógeno mediante arco eléctrico expansionado por un campo magnético de gran potencial; corriente alterna de alta tensión, 50 períodos; arco circular de 2,5 metros de diámetro; 3.500 kilowatios de consumo) que permite producir 550 kilos de ácido nítrico por kilowatio año (el método de Schönherr es de análogo rendimiento). Y como esta potencia eléctrica se transforma, en su mayor parte, en calorífica y los vapores nitrosos producidos precisan después un enfriamiento, queda un margen de recuperación de calor que puede evaluarse teniendo en cuenta que, a estos efectos, un kilowatio año corresponde a una tonelada de hulla: para una producción anual de unas 500 toneladas de ácido nítrico, o sea, un consumo de 1.000 kilowatios año corresponde una potencia calorífica total equivalente a la de 1.000 toneladas de hulla; actualmente se recupera hasta más del 30 por 100 de ese calor. El método que nos ocupa está en práctica en las instalaciones noruegas de Rjukan, en donde aprovechan saltos de agua de 240.000 HP., y son capaces de producir 100.000 toneladas anuales de nitrato cálcico. Es de advertir que este método no es prácticamente explotable más que disponiendo de energía eléctrica barata (30 pesetas caballo año).

Otro grupo de métodos de fijación de nitrógeno atmosférico al estado de nitratos es el basado en el empleo de bacterias nitrificantes (nitraginas, etc.) de un enorme porvenir, pero aun poco desarrollado.

Entre los segundos métodos de fijación (al estado amoniacal) debe señalarse el de Frank y Caro (absorción del nitrógeno por el carburo de calcio a 800-1.000 grados, para producir cianamida cálcica, la cual es empleada directamente como abono, o transformada fácilmente en amoníaco por la acción del vapor de agua); el método permite producir dos toneladas de cianamida al 20 por 100 de nitrógeno, por kilowatio año, o sea, calculando en riqueza de nitrógeno de los productos obtenidos, cuatro veces más que con el método de Birkeland-Eyde. Otros métodos existen dignos de especial mención: el de Serpek (fijación del nitrógeno por bauxita y carbón a 1.500-2.000 grados, para formar nitruro de aluminio descomponible por agua con producción de amoníaco), que permite fijar 600 kilos de nitrógeno por kilowatio año; el de Lindblad y Yngström (absorción por mineral alcalino más carbón, fundidos en horno eléctrico, y descomposición fácil del nitruro formado con desprendimiento de amoníaco), que fija solamente 100 kilos de nitrógeno por kilowatio año: el de Haber (producción de amoníaco por síntesis directa de sus elementos con auxilio de catalizadores varios) que puede fijar hasta 10.000 kilos de nitrógeno por kilowatio año.

El margen de desarrollo de esos diversos procedimientos, en cuyos detalles nos hemos detenido algo por la extraordinaria importancia que hoy tienen bajo diversos aspectos (defensa nacional, abonos, etc.), estriba en el coste de la energía eléctrica, indispensable para la industria de fijación del nitrógeno. Si se quiere competir con los precios del nitrato de Chile y del sulfato amónico, es preciso disponer de energía a 113 francos el kilowatio año para la mayor parte de los procedimientos reseñados.

En España consumimos unas 47.000 toneladas anuales de salitre de Chile; producimos unas 30.000 toneladas de sulfato amónico e importamos más de 50.000 toneladas (de Inglaterra principalmente) de esta sal: aparte de cantidades insignificantes de otros abonos nitrogenados, producimos y consumimos una respetable cantidad de nitrógeno orgánico (restos animales diversos, estiércol, etc.) e importamos abonos orgánicos por valor de unas 400.000 pesetas al año. No es aventurado cifrar en 40.000 toneladas anuales el nitrógeno consumido en España, al estado de productos diversos, en la agricultura, explosivos y otros usos; de esa cifra puede estimarse que cerca del 50 por 100 nos viene del extranjero; no cabe duda que podemos suplir ese déficit y pasar a ser exportadores de productos nitrogenados. En 1914 hemos producido 400.000 toneladas de cok metalúrgico, que debieran haber podido suministrar más de 1.000 toneladas de nitrógeno al estado de sulfato amónico; sin embargo, la cantidad beneficiada es insignificante. Pero en donde está nuestro campo amplísimo de desarrollo industrial, es en la fijación del nitrógeno atmosférico mediante el concurso de la energía eléctrica. Las enormes fuerzas hidráulicas inexplotadas que hay en nuestro país, permiten concebir fundadísimas esperanzas en este asunto. Y a ello van, por de pronto, la Sociedad Ibérica del Azoe Industrial (que explotará saltos de agua de 75.000 HP.) y, probablemente, la Sociedad que explote los formidables saltos de Mieza, en el río Duero, y dentro de esta misma provincia de Salamanca. El nitrógeno atmosférico es primera materia de insuperable facilidad de adquisición; su tranformación en productos de valor industrial, es problema resuelto por la técnica con diversas y muy satisfactorias soluciones; factor indispensable para esta industria es la energía eléctrica a bajo precio; nuestra topografía nos permite obtenerla y colocarnos en excelentes condiciones de producción, sobre las cuales volveremos al tratar de la energía eléctrica aprovechable en España.

Abonos fosforados.—Aparte de los guanos naturales, polvo de huesos y algún otro abono orgánico fosforado, siempre de escasa importancia por la exigua cantidad aplicable y disponible, pueden cifrarse como principales abonos fosforados, las escorias Thomas y los superfosfatos. Las primeras se producen como residuos de desfosforación del hierro fundido por el método básico del citado autor (y también por el de Martín); por cada tonelada de acero se pueden obtener unos 250 kilogramos de escorias de una riqueza de 14 a 18 por 100 de ácido fosfórico, casi totalmente soluble en citrato amónico. La producción europea de dichas escorias fué de más de millón y medio de toneladas en 1900. Pero la producción mundial de aceros fué, en 1908, de 40 millones de toneladas, y suponiendo que el 30 por 100 es producido por los métodos de Martín-Siemens y Thomas (es el 30 por 100 en Inglaterra y Alemania y el 35 por 100 en Norteamérica), da una cifra de 12 millones de toneladas de acero por esos métodos, lo cual equivale a tres millones de toneladas de escorias de desfosforación, cifra límite a alcanzar, sin contar con el aumento progresivo de producción de aceros de esos tipos. Y así se vé que la producción mundial de escorias en 1911 fué de tres millones y medio de toneladas. En 1908 produjo España 240.000 toneladas de acero, de las cuales pueden estipularse unas 70.000 toneladas las obtenidas por los métodos Thomas y Martín-Siemens, lo cual permite evaluar en 17.500 toneladas la cantidad de escorias de desfosforación utilizables como abonos; fácilmente se comprende que esta cifra puede y debe ser enormemente aumentada, una vez que se amplíe la producción de aceros en nuestro país, como ya veremos.

Los superfosfatos requieren como primeras materias: fosfato tricácico natural (fosforita, apatito, etc.) y ácido sulfúrico, que solubiliza el fosfórico del primero. La producción mundial de fosfatos fué en 1911 de 5.670.000 toneladas, y calculando que rinden aproximadamente el doble de su peso de superfosfato, se puede estimar en dicho año el margen de producción de éstos en 11.340.000 toneladas. Sin embargo, no se alcanzó más que 9.604.260 toneladas, por la variable riqueza de los fosfatos empleados y por ser destinados parte de ellos a otros usos. Pero el desarrollo de esta industria ha adquirido extraordinaria importancia, como puede verse por estos datos comparativos: la producción de Alemania en 1883 era de 400.000 toneladas; en 1900 fué ya de 650.000 toneladas, y en 1905 llegó a más de millón y medio de toneladas; en análoga proporción se ha desarrollado esa industria en los demás países. El margen de desarrollo es enorme, si se tienen en cuenta las reservas calculadas de fosforitas utilizables; solamente en los Estados Unidos de Norteamérica eran esas reservas estimadas en 1912 en 160 millones de toneladas y las de los grandes yacimientos africanos de Gafsa se calculaban como suficientes para cubrir las necesidades mundiales durante más de un siglo.

En España poseemos ricos filones fosfatados, de riquezas que pasan con frecuencia del 75 por 100 de fosfato tricácico (según datos de numerosos análisis que he practicado). Pero las explotaciones son en muy reducido número y de escasa importancia. Es de gran interés y urgencia el que se emprendan trabajos serios de exploración (muy principalmente en Extremadura), que harán descubrir nuevos yacimientos explotables de fosforita y apatito. La estadística oficial minera cifra en 3.300 toneladas la producción de estos minerales en 1912; creemos exageradamente bajo ese número; pero es muy elocuente el dato de vernos obligados a importar, en 1914, más de 200.000 toneladas de fosfatos, por valor de seis y medio millones de pesetas. Aun sin llegar a cubrir ese déficit, estimamos que habría de reducirse considerablemente con las exploraciones dichas. Pero, además de esa cantidad importada, nos vemos precisados a traer de superfosfatos elaborados más de 150.000 toneladas, lo cual obliga a suponer que no solamente carecemos de fosforitas, sino también de ácido sulfúrico necesario para su transformación en superfosfato. Esto nos lleva a ocuparnos de la industria de

Acido sulfúrico.—Más del 75 por 100 del producido en el mundo es destinado a la fabricación de superfosfatos (un 6 por 100 puede estimarse para preparar sulfato de cobre, 3,5 por 100 para fabricar ácido clorhídrico y ácido nítrico, 5 por 100 para sulfatos diversos, y el resto para usos varios). En 1909 se produjeron en el mundo más de ocho millones de toneladas calculado a 60° Be; en España se producen unas 300.000 toneladas anuales, cantidad pequeña, si se tiene en cuenta nuestra considerable producción de piritas, que pasa de tres millones de toneladas anuales, solamente de la de hierro, y una cantidad quizá igual de pirita cobriza y otros sulfuros metálicos naturales. Pero, además de producir poco ácido sulfúrico (que es ya un síntoma de pobreza industrial), no fabricamos ciertas clases de grande y peculiar interés, tales como los ácidos extraconcentrados, llamados *oleum*, y de gran aplicación como agentes sulfonantes en los procedimientos sintéticos de obtención de los más usados explosivos de guerra. Su fabricación es ya relativamente fácil aprovechando los modernos métodos catalíticos (Schröder-Grillo, Keppeler, Clems, etc.), tan en uso en otros países, que producen directamente el anhídrido que ha de disolverse en el ácido de concentración corriente, para obtener las diversas clases de *oleum*. El problema, por tanto, es de solución técnica, para la cual, científicos e industriales precisan colaborar sincera y tenazmente.

Sales potásicas.—Ya indicamos que el potasio es elemento indispensable para la vida de la planta; y aunque muchos compuestos suyos son abundantísimos en las tierras, por disgregación de rocas (feldespatos, etc.), se precisa que dicho elemento esté en combinación soluble para ser fácilmente asimilable por el vegetal. Comprendiéndolo así, todos los países civilizados hacen extraordinario consumo para la Agricultura, de sales potásicas (carnalita o sulfato magnésico potásico, silvina o cloruro potásico y cainita o sulfato magnésico potásico con cloruro magnésico). Evaluando ese consumo en kilogramos de potasa anhidra por cada mil habitantes, resultaba, en 1901, que Alemania gastaba 2.638; Suecia, 1.874; Norteamérica, 1.045; Bélgica, 970, etc..., y España, 139; calculando en kilogramos por kilómetro cuadrado de superficie territorial cultivable, figuraba en dicho año en primer lugar Holanda, con 462 kilogramos, siguiendo Alemania con 392 y España con 8,5. (Nuestra nación figuraba por ambos conceptos dichos con cifras superiores a las de Italia y Rusia.)

Los grandes yacimientos de estos compuestos potásicos radican en Stassfurt y en Alsacia, muy principalmente en la primera de esas dos comarcas alemanas. Fueron, durante mucho tiempo, tenidos como productos residuales inútiles en la

explotación de sal común, y así eran designados por los propios alemanes con el nombre de *abraumsalze* (sales de escombros). Después ha adquirido su explotación tan enorme desarrollo que en 1909 se produjeron muy cerca de siete millones de toneladas de sales potásicas diversas, de las cuales más del 85 por 100 fueron destinadas a la Agricultura. España importa anualmente unas 18.000 toneladas de sales potásicas. Creemos que pudiera cubrir totalmente esta cantidad y sobrepasarla considerablemente, beneficiando los yacimientos descubiertos, las aguas del mar y el aprovechamiento de residuos diversos.

Los yacimientos de sales potásicas de Cataluña (hoy regulados por una Ley) están llamados a tener una extraordinaria importancia. Según cálculos y sondeos, practicados cerca de Suria por los Sres. Rubio y Marín, en una extensión de unos 230.000 metros cuadrados en horizontal, pueden estimarse las existencias a explotar en unas 2.550.000 toneladas de carnalita y 1.125.000 toneladas de silvinita, lo que hace un total de sales potásicas de 3.675.000 toneladas, siendo muy probable que, dada la tectónica de aquella comarca, puedan existir otras zonas explotables en las provincias de Barcelona y Lérida. Pero concretándonos a lo explorado, ello significa la mitad de la actual producción anual de Stassfurt.

El aprovechamiento del agua del mar es asunto que ya preocupa a los químicos españoles; el residuo salino del agua del Atlántico tiene 3,88 por 100 de cloruro potásico y el del agua del Mediterráneo tiene 2,48 por 100; estas sales potásicas, junto con las magnésicas, que coadyuvan a la acción fertilizante de las primeras, quedan en las aguas madres de las explotaciones salineras y revierten al mar; pero pudieran aprovecharse refrigerando dichas aguas madres para conseguir su cristalización (aprovechando a la vez los bromuros que las acompañan y que son de gran valor) o mezclándolas con sulfato sódico, tan abundante en toda la Mancha, y cal anhidra para enriquecerlas en cloruro potásico por precipitación de las sales magnésicas que las acompañan. En 1905 se produjeron en las salinas marítimas de Cádiz y Alicante 425.000 toneladas de sal; esto supone una riqueza desaprovechada en sales potásicas de unas 13.000 toneladas, es decir, más del 70 por 100 de nuestro actual consumo. Y esto sin contar otras muchas explotaciones salineras reales o posibles. La resolución de las dificultades técnicas de estos aprovechamientos y otros muchos datos de interés para la agricultura, pueden verse en las conferencias dadas por nuestro querido amigo Sr. Granell, en la Asociación de Agricultores; y en los artículos de algunas revistas inglesas (*The Engeneering*). En la actualidad ya existe una importante explotación de este género en Santa Pola (Salinas marítimas de Bras del Port), la cual lanza al mercado sus cainitas marítimas de gran estimación.

Aun pueden obtenerse sales potásicas de otros variados orígenes. Sabido es que al calcinar los cementos artificiales se volatiliza cerca del 50 por 100 de la potasa existente en las primeras materias; de esa cantidad volatilizada es recuperable la casi totalidad y es susceptible de ser solubilizada hasta el 90 por 100 de la potasa insoluble que contenga, con lo cual puede beneficiarse, como soluble, muy cerca del 98 por 100 de la potasa perdida por volatilización. En 1913

produjimos 309.000 toneladas de cementos y 203.000 toneladas de portland, lo cual nos hubiera dado más de 3.000 toneladas de potasa soluble.

Las melazas que quedan de residuos en la industria azucarera, son aprovechables, como es sabido, para diversas industrias (producción de alcohol, alimentación del ganado, obtención de cloruro de metilo, cianuros, sales potásicas, etcétera). Contienen, aproximadamente, un 3 por 100 de potasa, al estado de carbonato en su mayor parte, con algo de sulfato y cloruro; las vinazas residuales de las destilerías de alcohol (de maíz, patata, cebada, etc.) tienen una riqueza potásica aproximadamente igual a la de las melazas remolacheras; concretándonos solamente a éstas y teniendo en cuenta que se producen en España unas 25.000 toneladas anuales de ellas, nos encontramos disponibles de este sólo origen 750 toneladas de potasa anhidra al estado de carbonato. Ya varias fábricas españolas hacen esta explotación y lanzan al mercado dicho carbonato impuro con el nombre de *potasa derivada*, a veces de peligroso empleo por su deficiente purificación y consiguiente presencia de cianuros y sulfocianuros; como he tenido ocasión de comprobar, creo que el primero, en varias ocasiones.

Por último, las aguas de lavado de las lanas son también muy ricas en sales potásicas, como hemos ya indicado.

Carbones.

Llegamos al problema industrial de más interés para España. Problema ya bien estudiado en todos sus aspectos y con gran amplitud; lo cual nos permite recoger en breve resumen las consecuencias obtenidas.

Actualmente no producimos todo el carbón que necesitamos, y claro es que este déficit ha de aumentar con el desarrollo industrial de la nación, que precisa cantidades crecientes de carbón. Aunque nuestro consumo se ha sextuplicado en los últimos cuarenta años, apenas llega actualmente a ser más de 35 kilogramos por habitante y año, cantidad insignificante, comparada con las cifras de Inglaterra (250) o de Bélgica (340). Ese consumo de carbón, por ser tan pequeño, no alcanza a beneficiar multitud de minerales de hierro, plomo, zinc, cobre, etc., que exportamos sin transformar, con el evidente perjuicio para la riqueza nacional que supone la diferencia entre el valor de la tonelada exportada (14 pesetas) y el de la importada por manufactura de lo mismo exportado (800 pesetas); ni tampoco permite el desarrollo de muchas industrias químicas y metalúrgicas que precisan carbón abundante y barato. No deja, de todos modos, de ser cifra consoladora la dada por Navarrete, que estipula en 65 por 100 la relación del carbón producido a su consumo. La producción actual puede cifrarse en unos seis millones de toneladas anuales (casi el doble de la de 1905), precisándose una importación de unos tres millones de toneladas al año.

Una primera parte del problema carbonífero se plantea preguntando si los nueve o diez millones de toneladas anuales que requiere el consumo nacional se pueden extraer de nuestro subsuelo. Los técnicos, como Lazúrtegui, votan por la afirmativa. Aunque la reserva actual cubicada en capas de algún valor no pasa de 5.000 millones de toneladas, y la probable, de unos 1.000 millones (cifras, como se ve, muy modestas, aun para un consumo tan moderado como el nuestro), es necesario no olvidar que las exploraciones carboníferas de nuestro país distan mucho de ser completas y abren un gran margen a la esperanza, después de lo ocurrido en otros países en idéntico asunto. (Los grandes yacimientos de Westfalia fueron descubiertos a 400 metros de profundidad, por Thyssen, contra la opinión de geólogos e ingenieros alemanes prestigiosos.)

Una segunda pregunta viene a completar la primera. Habida cuenta de la suficiente capacidad de producción carbonífera nacional para subvenir a todas las necesidades del consumo actual y aun para parte del aumento que el desarrollo industrial requiere, ¿puede producirse dicho carbón dentro de las condiciones económicas de precio y de calidad necesarias para poder prescindir en absoluto

de las importaciones? No puede estimarse como independiente una nación que precise traer carbón de otra, por ser ese producto de primera necesidad para la vida nacional. En España no se produce, pero puede producirse todo el que necesitamos. Por desgracia, la explotación hullera española— dice Bartomeu—*(Nuestra producción y la defensa nacional.*—Barcelona, 1916) es difícil y cara; se desarrolla solamente gracias a grandes esfuerzos y no alcanza una elevada producción; contribuyen a ello la desigualdad y pobreza de los filones, la carestía de los transportes, que obliga a dejar en escombreras las clases inferiores, la dificultad de vías de comunicación, la timidez del capital, muy castigado, antes de la guerra, en estas empresas, etc. En muchos casos no podemos competir en precio con el carbón extranjero; ni tampoco en calidad. Nuestras antracitas, hullas, cok, etcétera, dejan bastante que desear, salvando siempre muy significadas excepciones (cok de Figaredo, ciertas hullas asturianas).

Pero a estos dos inconvenientes de precio y de calidad podemos acudir con remedios adecuados: con el auxilio, por parte del Estado, para el primero; con el de la técnica, para el segundo. El Estado puede y debe iniciar nuevas exploraciones en busca de mejores carbones, fomentar las existentes, facilitarlas con mayores capacidades de transporte, con aumento considerable en las vías de comunicación, con protección al capital empleado, con rebaja en los impuestos, con primas a la navegación, etc. La Técnica, ideando tipos de gasógenos y de motores que convengan a las calidades especiales de los carbones nacionales, aumentando y modificando el número de hornos para cok metalúrgico, instalando buenas destilerías de hullas que permitieran reducir el precio del cok obtenido por el aprovechamiento de los alquitranes y subproductos originados, etc. Poniendo en juego todos esos medios, estimamos que el problema carbonífero estaría resuelto en bien de los intereses patrios, aun sin recurrir al margen enorme que nos ofrece el aprovechamiento de la *hulla blanca*.

Electricidad y fuerzas hidráulicas.

No vacilo en considerar como el factor primordial de nuestro resurgimiento industrial el desarrollo y explotación de nuestra enorme cantidad de energía hidroeléctrica susceptible de aprovechamiento. Ella puede ser la base de innumerables industrias electroquímicas; puede suplir con largueza nuestro déficit de carbón; puede aspirar a cambiar totalmente el sistema de tracción en toda la red de nuestros ferrocarriles; puede subvenir a todas las necesidades de fuerza motriz que hubieran de surgir. Veamos el modo de cifrar esta enorme fuente de riqueza que la Naturaleza nos ofrece de modo privilegiado, dada la morfología general de nuestro suelo.

Los autores extranjeros, como Surverger (de la Sociedad canadiense de Ingenieros civiles), asignan a España unas cifras totalmente separadas de la realidad: en 300.000 caballos estipulan la energía actualmente utilizable y en cinco millones la disponible. Pero, según el señor Gallego (Secretario general de la Unión eléctrica española), la fuerza hidráulica que actualmente (1917) se aprovecha en España pasa ya de un millón de caballos, siendo transformada en electricidad solamente la mitad de esa cantidad. El ingeniero Sr. Urrutia, en sus interesantes folletos *(La energía hidroeléctrica de España y sus aplicaciones.*—Madrid, 1917 y 1918), hace un cálculo aproximado de la fuerza aprovechable en las principales cuencas de nuestros ríos y llega a la cifra de unos dos millones de kilowatios, en el supuesto de realizar un primer plan de regularización de los caudales de los principales ríos y aunque sólo permita utilizar un régimen muy inferior al caudal medio de los mismos; si el plan—dice—de regularización por embalses se estudiara de conjunto y se ampliara a los cursos de agua secundarios en los que las pendientes son grandes, se podría llegar a utilizar caudales muy superiores a los tomados en consideración, llegando a establecer, en condiciones favorables, aprovechamientos nuevos que alcanzaran la cifra de tres millones de kilowatios: este número sumado al anterior, da un total de cinco millones de kilowatios, o sea, unos siete millones de caballos. El ingeniero Sr. Guillén *(Riqueza hidroeléctrica que puede desarrollarse en España.*—Conferencia del Congreso de Sevilla, de la Asociación de las Ciencias.—1917) hace subir esa cifra a los diez millones, fundándose en los cálculos hechos primeramente para Cataluña y luego para el resto de España. Solamente con el agua que cae en la zona de los Pirineos catalanes y parte de Huesca, puede obtenerse millón y medio de caballos; si os fijáis—dice—en la extensión superficial de nuestra nación (504.547 kilómetros cuadrados), en la lluvia media prudencial de 0,55 metros al año y en la altitud media de España, de 700 metros; si tenéis en cuenta el promedio de lo que desciende el agua de lluvia desde que toca tierra hasta llegar al mar, y si, además, aplicáis la fórmula para determinar la fuerza que puede desarrollarse en un salto de agua, deduciréis una fuerza tan inmensa que, aunque toméis como aprovechamiento sólo el 11 por 100 (que es muy poco empleando embalses lagos), os resultará una cantidad superior a diez millones de caballos hidráulicos.

Disponemos, pues, de una formidable fuerza: más del doble de la actualmente explotada en los Estados Unidos de Norteamérica, que es la nación que más fuerza hidráulica explota. Veamos ahora, ya que la cantidad disponible es tan considerable, si el precio permite su fácil aprovechamiento y si nuestra capacidad industrial puede encontrarle aplicación.

Muchos de los saltos de agua que poseemos son de gran altura y poco caudal, lo que permite una fácil regularización de ellos, a modo de sus semejantes los existentes en los Alpes franceses, italianos y suizos. (Citemos, como ejemplos, el salto de Capdellá, en Lérida, de 835 metros de altura de caída; el de Sormiedo, en Oviedo, de 550 metros; el de Puente Marín, en Pamplona, de 410 metros.) Bartomeu estima *(loc. cit.)* que en muchos casos el caballo año instalado no costaría más de 120 pesetas, y, en vista del excelente resultado de varias instalaciones gallegas y zaragozanas, cree que podría ponerse en Barcelona el caballo hora a un céntimo de peseta, contratando grandes potencias de utilización continua. Urrutia *(loc. cit.)* parte de la base de que la energía eléctrica que puede producir un salto de agua no es aprovechable más de 8.000 horas al año (la comisión enviada a Europa por el Canadá, en 1905, para estudiar las instalaciones metalúrgicas, calculó dicho rendimiento en 8.760 horas al año) y considera que el kilowatio hora puede obtenerse fácilmente a un céntimo de peseta o a 80 pesetas el kilowatio año, teniendo en cuenta que el kilowatio construído puede conseguirse a 460 pesetas (como en algunas instalaciones de la Hidroeléctrica Española) y aun mucho menos para grandes saltos. Las cifras anteriores, tomadas como medias, nos colocarían en condiciones tan ventajosas como la del país más favorecido por la *hulla blanca*. Si bien es verdad que esos precios de suministro no permitirían la aplicación del flúido para ciertas industrias, tales como la fijación del nitrógeno atmosférico, en cambio dejan mucho campo para varias otras; y aun para las dichas es posible la aplicación explotando saltos de gran potencia y colocando los productos obtenidos con ellos en el mercado nacional. Si se tiene, además, en cuenta que un acertado aprovechamiento de la corriente eléctrica puede permitir su utilización para el alumbrado en las primeras horas de la noche, su aprovechamiento para fuerza motriz durante el día, y su aplicación para usos químicos en las horas de la media noche al día, con escalas de precios gradualmente descendentes en el orden citado, puede asegurarse que la enorme cantidad de energía hidroeléctrica disponible en la Nación sería totalmente aprovechable desde el punto de vista del precio de consumo.

Veamos ahora sus posibles aplicaciones.

Alumbrado.—En este aspecto la energía eléctrica es insustituíble y no se precisa insistir en ello, por ser la aplicación más conocida y de mayor desarrollo actualmente. Solamente en Cataluña hay más de 177 poblaciones que emplean

alumbrado eléctrico. El problema de que todas lo posean en España depende de la explotación de muchos saltos de agua que, empleando un alto voltaje, puedan llevar el flúido a considerables distancias. Actualmente ya tenemos voltajes de 140.000 voltios y distancias de 225 kilómetros (de Seia a Barcelona) y voltajes de 70.000 voltios y recorrido de 254 kilómetros (Hidroeléctrica Española).

Fuerza motriz.—Igual consideración que para el alumbrado. El dominio de la electricidad en este aspecto es prácticamente absoluto. La facilidad de transporte del flúido y su cómoda divisibilidad; la sencillez, escaso peso, robustez y baratura de los motores; su rápida adaptación a cualquier máquina y la extensísima escala de tamaños que actualmente se construyen y emplean, han hecho—dice Urrutia *(loc. cit.)*—que sea muy raro ver uno o un conjunto de aparatos que no esté provisto de un motor eléctrico. Solamente en la industria textil catalana se utilizan actualmente más de 100.000 HP. para fuerza motriz.

Tracción.—La energía eléctrica, como elemento tractor, es muy usada en España para los transportes urbanos de viajeros o interurbanos de pequeño recorrido; en este aspecto el margen de desarrollo es todavía de consideración. Pero su aplicación a los ferrocarriles es lo que tiene positivamente un enorme porvenir en nuestra patria. Permitiría trazados de pendientes muy superiores a las actuales y en armonía con la orografía nacional, lo cual reduciría la longitud, el coste de ejecución y los gastos de explotación de los diversos recorridos. Supliría el consumo de flúido al del carbón, hecho de extraordinaria importancia en un país de la pobreza hullera del nuestro, y lo supliría con ventaja de precio, pues bien sabido es que la energía equivalente a un kilowatio hora cuesta en una locomotora más de dieciseis céntimos de peseta, es decir, tres veces que lo que costaría con corriente eléctrica. Estas y otras muchas ventajas que de ellas derivan (aumento y rapidez del tráfico, mejor colocación y explotación de nuestros productos, mejor aprovechamiento estratégico de los ferrocarriles, etc.), no quedarían invalidadas por la necesidad de invertir grandes masas de capital en el cambio total del sistema, hoy en uso, por el eléctrico, porque, aparte de los beneficios que la transformación produciría, ésta podía hacerse gradualmente comenzando por estimar la tracción eléctrica como simple auxiliar del sistema general. Si fuera necesario citar precedentes de otras naciones, bastaría con ofrecer los de Norteamérica, en donde existen 2.500 kilómetros de ferrocarriles eléctricos, a pesar de disponer de insuperables minas de carbón, que suministran ese combustible en condiciones de cantidad, calidad y precio a prueba de toda concurrencia.

Calefacción.—Esta aplicación, dentro de los límites domésticos, no es para tenida en cuenta, ni es posible que en dicho terreno compita el flúido eléctrico con los combustibles ordinariamente usados. Otra cosa es en su aplicación metalúrgica. Las formidables temperaturas que produce el arco voltaico (hasta 4.000 grados), hacen que sea tan beneficiosamente aplicable al afino de las fundiciones de hierro. Partiendo de primeras materias de mucha peor calidad que las usadas en los hornos de carbón, se obtienen aceros mucho mejores en los hornos eléctricos. No se puede, naturalmente, aspirar a sustituir totalmente el carbón en los altos hornos, porque esa substancia actúa, no solamente como combustible, sino

como agente reductor de los óxidos e hidratos de hierro que integran los minerales beneficiables. Aun el horno alto eléctrico de tipo sueco precisa consumir carbón, siquiera sea en una proporción de menos de la tercera parte de lo que consume un horno ordinario. Del desarrollo que los hornos eléctricos han adquirido en siderurgia nos da una idea su empleo en todas las naciones. Más de 300 hay instalados en la actualidad; unos, como los del tipo Girod, en que la corriente a 60 voltios se aprovecha para calentar exteriormente el recipiente que contiene la substancia en fusión (en Ugine existe una instalación de 22.000 HP. para producir 50 toneladas diarias de acero); otros, como los de Gin y los de Keller, en los cuales el calor se produce por la resistencia del hierro al paso de la corriente (100 toneladas de acero precisan 9.750 HP. en los electrodos del horno); otros son de inducción, como los de Ferranti, que funcionan en el Creusot, y los de Kjellin, en Suecia (consumen 1.000 kilowatios hora por tonelada de acero); otros son de arco voltaico, como los de Stassano, que emplea Ansaldo en Italia, y como los de Heroult, que se usan en Francia y América. En esta última nación funcionan ya hornos capaces de producir 25 toneladas diarias de acero; Alemania produjo en 1915, 130.000 toneladas de acero eléctrico.

Es posible calcular el margen de desarrollo de esta clase de instalaciones estableciendo la equivalencia entre el carbón y el flúido eléctrico necesarios para producir la misma cantidad de calor. (Nos permitimos remitir al lector para estos detalles, y otros de gran interés sobre el mismo asunto, a la Memoria de Stassano, publicada en las actas del sexto Congreso Internacional de Química aplicada. Roma, 1905). Stassano calcula que un kilogramo de combustible equivale prácticamente a 4,22 caballos eléctricos y que, disponiendo de energía eléctrica a unas 40 liras caballo año, puede resultar su empleo como si se dispusiese de combustible a 21 lira la tonelada. Urrutia considera que costando el kilowatio año menos de 100 pesetas, el tratamiento de una tonelada de fundición no costaría, por concepto de consumo de corriente, más de 6,25 pesetas.

En España es muy poco lo que se ha hecho en este sentido; actualmente existen dos hornos eléctricos en Araya (Vitoria) y otro en vía de instalación por la Sociedad Altos Hornos de Vizcaya. Pero bien se alcanza el porvenir reservado a nuestra patria en estas explotaciones, teniendo en cuenta el bajo precio a que puede alcanzarse el flúido y el aprovechamiento de minerales pobres o impuros, tan abundantes en nuestro subsuelo.

Otra electrometalurgia de extraordinario interés es la del zinc. Se calcula en unas 1.000 calorías la cantidad de calor necesaria para el tratamiento de un kilogramo de mineral de riqueza media; disponiendo de flúido a 100 pesetas el caballo año, el coste del tratamiento térmico de una tonelada de mineral, no pasaría de unas 28 pesetas, contra más de 40 que actualmente cuesta utilizando los clásicos hornos de carbón. Si se tiene en cuenta que se arrancan en España unas 175.000 toneladas anuales de minerales de zinc y que se exportan sin beneficiar más de 100.000 toneladas, se comprenderá el alcance que pueden tener estas instalaciones de hornos electrotérmicos (tipos Johnson y Laval), tan usadas ya en Norteamérica.

La aplicación de hornos eléctricos para la obtención del aluminio, ha permi-

tido hacer bajar el precio de este metal, desde 1.250 francos que valía el kilogramo en 1851, a 2,50 que ha valido estos últimos años. Sobre una producción mundial de 90.000 toneladas anuales, figura Norteamérica con la mitad de esa cifra, o sean 45.000 toneladas anuales de aluminio, obtenido totalmente con hornos eléctricos; solamente las fábricas establecidas en las proximidades del Niágara absorben más de 40.000 kilowatios para esta industria. En España comienzan a explorarse yacimientos de minerales de aluminio (alguno de ellos, calafatita, he tenido ocasión de analizar y de establecer su fórmula) y es una industria llamada a un gran porvenir, aparte de la posibilidad de importar los minerales del Sur de Francia, que actualmente se llevan a Noruega para su tratamiento eléctrico.

Las aplicaciones térmicas de la electricidad en metalurgia ofrecen otros varios ejemplos de menor importancia que los tratados: tales son las del níquel, las del estaño (hornos Wile), etc. Una fabricación termoeléctrica de interés es la conversion del carbono en grafito y en carborundum, de tan considerables aplicaciones; solamente la International Ackenson Graphite C.°, de Norteamérica, produjo, en 1912, 6.000 toneladas de grafito, explotando la patente que indica su título y consumiendo más de 15.000 kilowatios.

Mencionemos también, por ser de importancia en España, la fabricación de carburo de calcio, en la cual se utiliza también el calor producido por el flúido eléctrico. Puede fácilmente calcularse el consumo de energía eléctrica en esta industria, teniendo en cuenta que un caballo veinticuatro horas efectivo al pie del horno, es capaz de producir 3,8 kilogramos de carburo de elevada riqueza. Nuestra producción de carburo (más de 30.000 toneladas al año en unas dieciocho fábricas) cubre las necesidades del mercado nacional; pero no solamente podemos y debemos aspirar a la exportación sino también a la transformación de dicho carburo en cianamida cálcica, que es uno de los más interesantes abonos nitrogenados, como ya tuvimos ocasión de ver; a la producción de acetileno y a su cambio en benzol o a su transformación en etanal, de aplicación a la síntesis del caucho.

No es tampoco despreciable la aplicación térmica de la electricidad en la fabricación del fósforo. Entre las innumerables patentes obtenidas con ese fin, son objeto de grandes explotaciones las de Parker y Readmann y las de Frank y Bradley; solamente con las primeras obtienen las fábricas de Oldburg y del Niágara más de 13.000 kilogramos de fósforo al año. La producción mundial de dicho metaloide es de unas 3.000 toneladas anuales, y progresivamente se van sustituyendo los métodos antiguos por los del horno eléctrico, a partir de las fosforitas naturales. A pesar de que este mineral existe en España, del bajo precio del flúido y de la cantidad que importamos de fósforo (unas 40 toneladas al año) no poseemos ninguna fábrica del citado cuerpo.

Electrolisis.—La aplicación más fecunda de la electricidad es la electrolisis, utilizándose en metalurgia y en la fabricación de muy variados productos químicos cuya somera reseña vamos a hacer.

Prescindiendo de la electrolisis directa de los minerales de cobre por los conocidos métodos de Siemens-Halske, Höpner, Marchesse, Perrer-Lloyd, etc., los cuales no son todavía de resultados seguros en la práctica, y callando, por la

misma razón, la utilización del flúido eléctrico en los pequeños hornos de tipo Girod para fusión de minerales o matas, debemos mencionar en primera línea la utilización de la corriente eléctrica para el afino del cobre. Para darse idea de la importancia de esa aplicación, basta con citar que Norteamérica trataba anualmente (antes de 1914) unas 400.000 toneladas de cobre de 98 a 99 por 100, cuya riqueza se elevaba por el método electrolítico hasta 99,9 por 100, siendo la producción europea próximamente igual a la americana. En España, país productor de cobre, se afina este metal en tan escasa cantidad, que nos vemos obligados a importar al año unas 8.000 toneladas de cobre puro para latones, trefilería, tubos y otros usos. No poseemos más refinerías electrolíticas de cobre que la de Lugones (Oviedo), establecida por la Sociedad industrial asturiana, y otra instalada recientemente en Barcelona, sin olvidar las fábricas de cupriol que explotan las patentes de Baltá de Celis. Sin perjuicio de volver sobre asunto al ocuparnos de la cuprometalurgia, debemos consignar ahora que nuestro país puede aplicar una gran parte de la energía eléctrica de que dispone en el afino del cobre que el mismo país produce, o aun del que posiblemente pudiera importarse, para estos efectos, de Chile o del Japón.

Citemos, de pasada, la purificación electrolítica del zinc, la fabricación del magnesio, la del plomo (ya entrada de lleno en la práctica), las numerosas galvanoplastias (dorado, plateado, niquelado, etc.), como importantes aplicaciones de la electrolisis de disoluciones de metales pesados, y digamos dos palabras de la de solutos alcalinos.

La fabricación de sosa cáustica aplicando la corriente eléctrica a disoluciones de sal común (métodos Kastner-Kellner o Hargreaves-Bird principalmente) o al mismo cuerpo en estado de fusión (método Hulin, etc.), es de un enorme porvenir en nuestra patria por la abundancia de primera materia (más de 550.000 toneladas anuales), por la baratura de la energía eléctrica necesaria y por la fácil colocación de la sosa cáustica producida (en 1909 importamos esta materia por valor de más de dos millones de pesetas). A pesar de todo esto, no existe en España más que una sola fábrica de sosa electrolítica, que es la de Flix, porque la del Aboño (Asturias), que explotaba el método Hargreaves-Bird, está hace años sin funcionar. La Sociedad electro-química de Flix viene a producir tan solo unas 3.000 toneladas anuales, y aunque la casa Solvay y Compañía produce en Barreda (Santander) una cantidad algo mayor (principalmente carbonato) por el método que lleva su nombre, la producción total española de sosa cáustica es insignificante, en comparación con la de cualquier nación civilizada; y, sobre todo, tan manifiestamente insuficiente para nuestro consumo como lo revelan las grandes cantidades que nos vemos obligados a importar.

Intimamente ligada a la industria de la sosa electrolítica está la de los líquidos de blanqueo (hipocloritos, lejías para limpieza, etc.), la de polvos de gas (clorhipoclorito cálcico, que constituye enorme residuo en la citada industria) y la de cloratos de sosa y potasa. Más de 400.000 toneladas anuales de polvos de gas se producen en todo el mundo y nosotros no pasamos de las 10.000, siéndonos necesaria una importación por valor de más de un millón de pesetas al año. Anualmente se producen unas 20.000 toneladas de clorato potásico en todo el mundo (más

de los dos tercios por vía electrolítica) y una cantidad mayor de clorato sódico. En España no hay casi producción de esas substancias (Flix da 150 toneladas anuales de cloratos) y el consumo es de consideración (cerillas fosfóricas, pólvoras, tintorería, explosivos, medicamentos, etc.)

Por vía electrolítica se producen las substancias del importante grupo de las persales (perboratos, percarbonatos, persulfatos, etc.), generadoras de agua oxigenada; el iodoformo, materias colorantes azoicas y otros innumerables productos, base de pequeñas industrias químicas cuyo conjunto determinaría un importante consumo de energía eléctrica.

Y, para terminar la reseña de posibles industrias químicas que fueran grandes consumidoras de esa formidable cantidad de flúido explotable en nuestra nación, insistimos en lo dicho acerca de la fabricación de abonos nitrogenados. Vimos, en su lugar, el enorme gasto de flúido que lleva consigo; solamente la sociedad francesa titulada *Norvérgienne de l' azote,* que posee las instalaciones de Nottoden, consume más de medio millón de caballos. En España no puede citarse actualmente más que la Sociedad Ibérica del ázoe (12 millones de pesetas de capital; consume 75.000 HP., que toma a «La Canadiense») y la Ibérica de productos nitrogenados (un millón de pesetas de capital. Barcelona).

* * *

Creemos que con lo dicho queda suficientemente demostrado que la enorme cantidad de energía eléctrica que en España puede explotarse, tendría fácil aplicación y asegurado consumo en inumerables e importantísimas industrias. Es de capital interés que explotemos esta formidable fuente de riqueza con que la naturaleza nos ha dotado a cambio de la topografía accidentada de nuestro suelo que tantos perjuicios nos causa en otros aspectos. No podemos basar nuestro desarrollo industrial en la producción hullera, actualmente ya insuficiente para el consumo; no podemos supeditar la vida industrial de la Nación al carbón importado; pero podemos, en una larga medida sustituirlo por la *hulla blanca,* que tan pródigamente nos ofrecen el relieve y altitud de nuestro suelo. Por otra parte, las circunstancias para desarrollar las industrias hidroeléctricas no pueden ser actualmente más favorables; ni el capital se muestra reacio ni tímido para colaborar a tan vasta empresa. Por desgracia, es necesario luchar, para conseguir la incorporación de este venero de riqueza a la vida nacional, con multitud de acaparadores que la detentan, teniendo concedidos o intervenidos la mayor parte de los aprovechamientos hidráulicos; el caciquismo político, el punible abandono de sus funciones por el Estado, los han puesto en manos de muchos especuladores españoles y extranjeros. Respecto a la desnacionalización de las actuales explotaciones hidroeléctricas, basta con citar estos datos que tomamos del folleto del general Marvá *(Ligero bosquejo de las industrias en España...)* De los 400.000 HP. utilizables en Cataluña, solamente son de capital español 96.000; las más importantes Sociedades tales como Riegos y Fuerzas del Ebro, Energía eléctrica de Cataluña, etc., son extranjeras.

Es imprescindible y urgente la formación de un bien estudiado plan hidroeléctrico, comenzando por redactar una nueva Ley de aprovechamientos hidráulicos y facilitándose por el Estado los medios económicos que los pongan en condiciones de explotación, cuidando siempre de su custodia y buena administración. Urrutia *(loc. cit.)* trata de modo magistral estas cuestiones y a sus recientes folletos remitimos al lector.

Y terminemos este capítulo no olvidando que el poner en juego nuestra riqueza hidroeléctrica requiere un desarrollo previo de nuestra producción de material necesario. Sobre esto volveremos en otro lugar.

Minería y metalurgia.

Si en aprovechamientos hidráulicos nuestro país es excepcional, no lo es menos en la importancia y variedad de su riqueza minera, única en Europa. «Nuestro país—dice Bartomeu *(loc. cit.)*—es uno de los principales productores de mineral de cobre, de mercurio y de plomo del mundo; nuestra producción de piritas y de azufre es muy regular; la de mineral de manganeso, más que suficiente dado su empleo aun relativamente pequeño en metalurgia. La producción de minerales de zinc es también importante y suficiente hasta casi para nuestro futuro desarrollo industrial. La potasa nos promete un brillante porvenir; nuestras arcillas, nuestras margas y calizas producen excelentes cementos.»

La importancia de nuestra producción minera queda reflejada en estas cifras: En 1913 produjimos por valor de 270 millones de pesetas; el capital de las sociedades explotadoras ascendía a 1.224 millones de pesetas; el número de obreros empleados pasaba de 119.000 y la fuerza motriz empleada (hidráulica, vapor y eléctrica), llegó a 120.000 HP. Y téngase muy en cuenta la incalculable riqueza minera inexplotada e inexplorada que nos asegura un stock para un considerable número de años.

Pero tenemos que confesar que la propiedad de los mejores yacimientos es extranjera, definitiva o temporalmente; basta citar el mercurio de Almadén, las piritas de Huelva, los minerales de zinc de Santander, los plomos, gran parte de los de hierro, etc. Esto trae como primera consecuencia el que el beneficio se haga fuera de nuestro territorio: el del cobre, en Inglaterra; el del zinc, en Francia y Bélgica, etc., restándonos una considerable riqueza por los dos conceptos de la propiedad del producto bruto, que no es nuestra, y de las operaciones metalúrgicas o de afino, que no se hacen en España. Sin embargo, este segundo caso se da—y es mucho más de lamentar—con minerales de propiedad española. Solamente de minerales de cobre, zinc, manganeso y hierro, exportamos en 1913 más de 12 millones de toneladas, con un valor de unos 150 millones de pesetas; y aun hay que añadir mas de 170 millones de pesetas, valor de metales en bruto que exportamos para importarlos luego refinados y labrados. Si todo ello se beneficiase y refinase en España transformándolos en utensilios, herramientas y máquinas, producirían mercancías por valor de 1.800 millones de pesetas, con

un beneficio de 1.570 millones, un ingreso para el Tesoro de más de 100 y una ocupación de trabajo para más de 200.000 obreros. Y esto es posible hacerlo a pesar de la complejidad de todos los problemas que afectan a la producción nacional (especialización, transporte, arancel, legislación, exportación, solidaridad con otras industrias, organización del trabajo y del capital, etc.), porque ninguno de los males que afectan a la industria metalúrgica nacional es irremediable.

Veamos ahora algunos detalles de las principales metalurgias.

Siderurgia.—La fuente de información obligada para este asunto radica en las Actas del primer Congreso Nacional de Industrias siderúrgicas (Barcelona. Abril. 1913) y en la Memoria de la Agrupación de dichas industrias, del Fomento del Trabajo nacional (Barcelona. Junio. 1910). Ambos documentos reflejan lo mucho que se ha estudiado el asunto y la competencia con que se ha hecho. Brevemente y con la autoridad de los distinguidos investigadores que en dichas entidades han colaborado, resumiremos las principales conclusiones a que han llegado.

Poseemos más de 11.000 hectáreas de concesiones de hierro productivas, y cerca de 300.000 en estudio o abandonadas; la producción nacional de minerales ferruginosos (óxidos y carbonatos) fué, en 1913, de 9.900.000 toneladas, y la de piritas fué de 900.000, lo cual da un índice del 5,5 por 100 de la producción mundial; se nos estipulan, además, unas reservas de 711 millones de toneladas (Congreso de Stokolmo, de 1910) y no debe olvidarse que siempre las cifras asignadas a las reservas mineras son bajas en nuestro país, por la gran extensión del subsuelo inexplotado. Lazúrtegui *(El desarrollo de la metalurgia nacional ante la conflagración europea)* llama justamente la atención sobre las zonas explotables y explorables de España, fijándose muy especialmente en las de Teruel y León, que poseen reservas calculadas en cerca de 500 millones de toneladas y que podrían constituir dos grandes focos siderúrgicos por la proximidad de yacimientos carboníferos. Poseemos, por tanto, mineral de hierro en gran abundancia con relación al consumo nacional actual.

Pero no beneficiamos más que la décima parte de los minerales de hierro arrancados; las otras nueve décimas partes las enviamos al extranjero junto con 29.000 toneladas de hierro colado en lingotes, 6.000 toneladas de chatarra, 2.000 toneladas de hierro manufacturado y unas 1.900 toneladas de maquinaria, dando un total de exportación de 10 millones de toneladas, por valor de 150 millones de pesetas, resultando el valor medio de la tonelada de exportación en 13,13 pesetas. En cambio importamos objetos manufacturados por valor de 201 millones de pesetas, resultando la tonelada de importación a unas 800 pesetas. «Nuestro país comete, pues, dos errores—dice Bartomeu—primero, el de importar 200 millones de pesetas de productos perfectamente fabricables con las primeras materias y los medios de producción españoles; y segundo, el exportar tanto mineral, que rebaja el precio de venta a 13,13 pesetas; exportando productos transformados, se podría perfectamente cobrar cuarenta veces más por el total de la exportación posible y, al mismo tiempo, se daría trabajo a los obreros españoles; cosa bien preferible a proporcionar materiales al exterior, para el trabajo de extraños en el extranjero».

Pudiéramos perfectamente producir cuatro o cinco millones de toneladas de fundición de hierro. Italia, que es un país en donde escasean el carbón (importa diez millones de toneladas de hulla al año) y los minerales de hierro (extrae poco más de medio millón de toneladas anuales), produce hierro y acero por valor de 138 millones de liras contra 77 que producimos nosotros. El ejemplo es harto elocuente para que dejemos de pensar con honda inquietud en las causas de esta estupenda y gravísima situación siderúrgica nacional.

«La principal causa—volvemos a copiar de Bartomeu—de la exagerada importación de productos caros está quizá en la gran diversidad de los mismos, que la exigüidad del consumo nacional no permite producir en cada caso a precios suficientemente bajos para que, aun con la ayuda de los derechos de aduanas, puedan nuestros industriales competir con los extranjeros. El origen de nuestra desproporcionada exportación de minerales está en el precio del carbón español, que hace cara la transformación; en su escasez, que hace necesario el carbón extranjero, para cuyo transporte económico se envía mineral de hierro a las naciones hulleras, a fin de tener flete de retorno; en su calidad; en la pobreza del mercado de España, que consume solamente 30 kilogramos por habitante.

»La inadecuada instalación topográfica de las explotaciones siderúrgicas es otra causa; a pesar de ser la riqueza en hierro de la mayoría de los minerales explotados en todo el mundo, de un 45 a un 50 por 100, y la del carbón empleado, de un 97 a un 99 por 100, las industrias siderúrgicas de todos los países se han montado siempre cerca de las zonas hulleras y no cerca de las regiones donde abundan los minerales de hierro.»

Otra causa de la pobreza de nuestra producción siderúrgica está en el desarrollo endeble de la construcción de ferrocarriles y de material para Ejército y Marina. Los 4.700 kilómetros de ferrocarriles estratégicos y los 4.400 de secundarios, presupuestados en España, consumirían 610.000 toneladas de aceros, solamente para raíles.

Pero si producimos poco en cantidad, la calidad no suple ciertamente ese defecto. Nuestros minerales de hierro son excelentes y de una gran pureza, y con ellos no dejamos de producir buenos aceros. Pero nos faltan calidades de variada y siempre interesante aplicación: aleaciones tales como ferromanganesos, ferrocromos, ferroníquel, etc.; aceros especiales al vanadio, tungsteno y molibdeno (Altos Hornos de Vizcaya, y Urigoitia, en Araya, se ocupan ya de obtener estas calidades); aceros finos extradulces, para núcleos magnéticos, para transformadores eléctricos, etc. Carecemos, además, de material refractario para hornos metalúrgicos y de crisoles para fusiones de aceros, de bronces y de latones.

No tenemos gran industria siderúrgica al modo de los grandes centros productores extranjeros (Krupp, Creusot, Skoda, Wickers, Ansaldo, etc.); pero los escasos focos de importancia que poseemos no están situados en comarcas del interior, sino en el litoral (Altos Hornos de Vizcaya, Santander, Málaga, Sagunto), a merced de posibles ataques enemigos, que pudieran destruirlos en pocas horas.

Consecuencia de ese atraso siderúrgico es el del llamado metalúrgico (de manufactura del hierro), que permite una enorme concurrencia de la fabricación

extranjera, la cual inunda nuestro mercado de maquinaria de todas clases, ante la dificultad de encontrar primeras materias (lingote, laminados, tochos, etc.) en las necesarias condiciones de calidad y precio.

Aun por encima de estas causas y de otras de índole económica, ya someramente indicadas al comienzo de este capítulo, existe otra fundamentalísima sobre la cual tenemos que insistir muchas veces en el transcurso de este trabajo, porque es el objeto principal de él. Nos referimos a la falta de preparación técnica, al divorcio entre la ciencia y la industria, al desdén enorme que el industrial español siente por el investigador científico; desdén que se manifiesta en la ausencia casi total de laboratorios en las fábricas siderúrgicas; de laboratorios en donde se ensayen y prueben los productos obtenidos, las primeras materias y las fases intermedias, para establecer el debido *contrôle* de fabricación y corregir ésta según los datos que se obtengan; y de laboratorios de investigación en donde se haga avanzar la ciencia con nuevos descubrimientos que, debidamente explotados, permitan la lucha comercial, aun dentro del modesto campo de nuestro mercado nacional.

Todos cuantos problemas ha planteado la moderna siderurgia acerca de la composición y variedad de aceros, hierros dulces y fundiciones, los han resuelto los principios especulativos de la físico-química y de la química puras (la metalografía microscópica, las disoluciones sólidas, puntos eutécticos, curvas de fusión y de enfriamiento, espectroscopia y radioscopia, regla de las fases, etc.)

Cobre.—En épocas normales producen las minas de cobre de España—que no españolas—piritas y otros minerales en cantidad aproximada de tres millones de toneladas al año: más de dos y medio quedan en nuestra nación para su beneficio, casi siempre parcial. Como los minerales explotados son pobres, resulta más ventajoso que su transporte el beneficio en el lugar de origen. Por esta razón, producimos más de 30.000 toneladas de cobre al año: la mayor parte en lingote y blister (de 96 a 99 por 100 de riqueza). Pero importamos unas 8.000 toneladas de cobre puro para latones, hilos de conducciones eléctricas, etc. De lo cual se deduce que nos faltan instalaciones de refinación, como ya vimos al ocuparnos de la electrometalurgia del cobre.

Siendo nuestro subsuelo rico en minerales cupríferos, estamos sometidos a la importación y al mercado extranjero. La causa primordial de todo ello radica en que la propiedad de las minas y de las explotaciones metalúrgicas del cobre de España es extranjera. Esto hace que se exporte el metal sin refinar, para hacer esta operación en aquellos países en donde abunde el carbón o la energía eléctrica, la facilidad de transporte, de contratación o de consumo. Ante esa enorme dificultad de la propiedad, cuyo derecho no puede lastimarse, la solución que apuntan los técnicos está en favorecer la entrada del cobre sin refinar (cáscara, lingote y blister) con protecciones arancelarias; dificultar la salida de los mismos dichos productos y de los propios minerales y matas cobrizas, y sostener la actual conducta aduanera respecto al cobre electrolítico. La abundancia del cobre no refinado (fuese cualquiera su procedencia, incluso de Chile o Japón, como hacen en Francia y Alemania) daría margen a instalaciones de afino electrolítico, tan fáciles en España, dada la abundancia y baratura de la energía eléctrica necesa-

ria; y obligaría, por razones de competencia, a los actuales propietarios de minas y de metalurgias de cobre de nuestro propio país a no exportar su cobre no afinado, cesando el monopolio que actualmente ejercen. Consecuencia obligada de la producción de cobre puro sería la instalación de las industrias derivadas de él, tales como la fabricación de latones y bronces puros, trefilería para eléctricidad, cartuchería, etc.

Plomo.—195.000 toneladas de mineral se beneficiaron en 1913 (cantidades algo menores en los años sucesivos), produciendo 183.000 toneladas de metal. Nuestra cifra de importación por ambos conceptos es prácticamente nula. Realmente no adolecemos en esta industria más que de dos inconvenientes de importancia. Manufacturamos poco y la mayor parte de la producción de plomo está desnacionalizada. La Sociedad minero-metalúrgica de Peñarroya (francesa) comparte con la casa Figueroa la propiedad de casi todo el plomo español.

Mercurio.—62.000 toneladas de mineral se arrancaron en 1913 y todo él se benefició en España, produciendo 8.700 toneladas de metal. Nuestra producción es considerable; pero falta mercurio en el mercado nacional, por las especiales condiciones de arriendo de las minas de Almadén. Importamos considerable cantidad de sales y otros compuestos de mercurio para usos medicinales y varios, como ya veremos más adelante.

Aluminio.—Nuestra riqueza minera *explorada* es escasísima; pero hay razones para suponer la existencia de considerables yacimientos de minerales de aluminio. Aun no poseyendo la primera materia disponemos de la energía eléctrica necesaria para su moderna metalurgia. Los minerales del Sur de Francia podrían llevarse al pie de los Pirineos catalanes, en vez de transportarse a Noruega para su beneficio electrotérmico.

Estaño.—Nuestra producción minera es escasa; pero hay muchos yacimientos sin explotar y sin explorar, como saben todos los que viven por estas provincias de Zamora y Salamanca. No tenemos, claro es, instalaciones metalúrgicas, e importamos considerable cantidad de metal (más de 1.500 toneladas anuales) para nuestras fábricas de bronces, hojalata y metal blanco; algunas de ellas de importancia y excelentemente instaladas. En este caso, como en el del aluminio, urge que el Estado fomente y proteja estudios serios de prospección.

Zinc.—Más de 175.000 toneladas de mineral se extraen al año y se exportan unas 100.000 toneladas. A pesar de ello, producimos 8.000 toneladas de metal al año, con lo cual se cubren las necesidades de nuestro consumo. Pero pudiéramos beneficiar esa enorme masa de mineral exportado aprovechando nuestra riqueza hidroeléctrica, como ya hemos indicado. La mayor parte del mineral que exportamos se beneficia en Auby (Francia), por las buenas condiciones económicas del carbón. Debemos señalar aquí también que la propiedad de las explotaciones mineras de zinc es, en su mayoría, extranjera.

Manganeso.—Arrancamos unas 30.000 toneladas al año y exportamos la casi totalidad. No existe ninguna instalación metalúrgica, ni siquiera se benefician los minerales para mezclarlos con los de hierro y producir tipos diferentes de ferromanganesos. Aquí, el problema es de técnica y de acción.

Wolfram.—Somos la segunda nación productora de la Europa occidental (la

primera es Portugal). Extraemos más de 600 toneladas anuales, las cuales son exportadas íntegramente. Decimos lo mismo que para el manganeso.

Azufre.—Unas 30.000 toneladas al año se extraen y benefician, de mineral, rindiendo unas 10.000 del cuerpo. Pero importamos otro tanto, lo cual nos lleva a la conclusión de ser preciso intensificar nuestra producción actual.

* * *

Como resumen de lo expuesto, insistimos, una vez más, en las principales causas que determinan el estado raquítico de nuestra minería y metalurgia en general. La desnacionalización de ambas, y principalmente de la primera, por incuria de nuestros irresponsables Gobiernos, que tan mal defendieron nuestro patrimonio; la escasez, en cantidad y en calidad, de nuestro carbón; el no intentar sustituirlo con *hulla blanca;* la exigua capacidad de nuestro mercado; la timidez de nuestro capital, que deja invadir la esfera de casi todas las empresas industriales por el concurrente extranjero (y así, la construcción de ferrocarriles con hierro importado, etc.); la falta de preparación técnica, que permite la salida del producto bruto, para reimportarlo afinado o manufacturado con enorme sobreprecio; ausencia de organización, de cooperación, tan característica de nuestra actividad económica; el arancel, los transportes, la legislación industrial y otras de carácter general.

Pero ninguna de ellas es fatal e irremediable, como hemos tenido ocasión de ver señalando algunos remedios. Y la ocasión es única para intentar nuestro resurgimiento industrial, aspirando decididamente, no tan sólo a producir todo cuanto necesitamos, sino a exportar mucho de lo que pudiéramos producir.

Industrias químicas.

Materias colorantes, medicamentos y explosivos.—Agrupamos estas tres clases de productos, aparentemente sin relación, porque en la mayoría de los casos tienen usos comunes y se obtienen a partir de las mismas substancias: las que se originan en la destilación seca de la hulla. Por eso las grandes fábricas extranjeras explotan conjuntamente estas tres series de cuerpos. De tal modo es idéntica la técnica de obtención de ellos, que ya en Francia se preocupan de transformar todas sus actuales fábricas de explosivos en fábricas de colorantes y de medicamentos. una vez terminada la actual contienda.

Sometiendo las hullas a la acción del calor en vasija cerrada, en donde no tenga acceso el oxígeno del aire, se origina toda una serie de productos gaseosos, líquidos y sólidos, de la mayor importancia industrial; queda como residuo en las retortas en donde se efectúa esta destilación seca, el carbón llamado de cok, de tan variados usos (cok metalúrgico para reducción de óxidos metálicos en los hornos, cok de calefacciones diversas, etc.). Y pasan por los diversos aparatos de purificación y separación una multitud de substancias químicas de variados usos, ellas mismas y sus derivadas. Tenemos productos gaseosos incombustos (mezclas de hidrocarburos diversos con óxido de carbono e hidrógeno) que se utilizan para el alumbrado, para la calefacción y para fuerza motriz con el nombre, algo impropio, de gas del alumbrado (mejor sería llamarle gas de hulla); en las aguas que sirven para el lavado de dicho gas existe amoníaco, que se fija con ácido sulfúrico y constituye la fuente casi única de producción de sulfato amónico, tan usado en agricultura. En los purificadores químicos del mismo gas se encuentra primera materia para obtener diversos productos sulfurados. Las partes semisólidas, espesas, que pasan a la destilación, constituyen el complejo denominado alquitrán de hulla, el cual, sometido a temperaturas gradualmente crecientes, va cediendo por destilación fraccionada los productos que le integran, en su mayoría hidrocarburos fénicos junto con algunos fenoles, éteres fenólicos, bases pirídicas, compuestos cianurados y sulfurados diversos. Tan rica variedad de especies químicas se encuentra en el alquitrán de hulla, que hasta ahora han podido aislarse de él más de 40 hidrocarburos grasos distintos, otros tantos de los llamados cíclicos, 15 fenoles y ácidos diversos, 10 productos sulfurados y más de 20 cuerpos nitrogenados de caracter básico. Estas especies son primeras materias para la fabricación de otras muchas, estimándose que actualmente se conocen más de 10.000 productos distintos que toman su origen en el alquitrán de hulla. Por sus aplicaciones pueden dividirse en los grupos siguientes: explosivos, materias colorantes, perfumes, medicamentos, combustibles y productos de aplicación variada. La casi totalidad de los explosivos usados en la guerra son derivados obtenidos por la acción del ácido nítrico (de ahí una de las razones de la importancia de las explotaciones nitrogenadas) sobre carburos fénicos de constitución sencilla (tolueno, xilenos para obtener el mal llamado nitrotoluol) o sobre fenoles (ácido fénico para producir el pícrico, melinita, etc.). Las materias colorantes usadas en tintorería, lo que se llaman colores sintéticos y que han sustituído totalmente a los que antes se extraían de los vegetales, pertenecen a grupos químicos variados; pero casi todos tienen como primera materia para su fabricación al benceno, tolueno, xilenos, naftaleno, antraceno y otros carburos que se extraen del alquitrán de hulla; el benceno, por ejemplo, tratado por ácido nítrico da nitrobenceno, el cual, hidrogenado. se transforma en anilina; la anilina es la base de los colorantes azoicos, de las aurinas, de las rosanilinas y fuchsinas, de las safraninas, etc.; del antraceno deriva la alizarina, que antes se extraía mucho, por esta región, de la raiz de rubia; de la naftalina, el añil y las ptaleinas, etc. Los perfumes a los cuales deben su olor agradable muchas plantas, se obtienen también hoy por vía artificial o sintética, a partir de los derivados de la hulla; así tenemos el anetol del anís, la cumarina del haba tonka, la vainillina de la vainilla, el almizcle, el eugenol del clavillo de especia, la ionona de la violeta, etc. En cuanto a medicamentos, resultará siempre escaso todo cuanto se diga respecto a la hulla como fuente para obtenerlos; el fenol o ácido fénico existe en el alquitrán, y constituye por sí y por sus muchos derivados (xeroformo, aseptol, creolina, aspirina, ácido salicílico, creosota, salol, etc.) un producto de gran interés; del tolueno deriva el cloruro de bencilo, que sirve para obtener aldehido y ácidos benzoicos, benzonaftol, etc.; de la anilina derivan la antifebrina, la exalgina, la criogenina, la antipirina y otros apiréticos; de ella y del fenol, la fenecetina, lactofenina, fenocola, de análoga acción terapéutica. El importantísimo grupo de los medicamentos sintéticos, con los cuales se persigue engarzar en una misma molécula química grupos funcionales diversos y de específica acción terapéutica, tienen casi todos sus representantes entre los derivados de la brea de hulla. El benzol, el toluol, las mismas creosotas, son combustibles utilizados para fuerza motriz y en algunos casos para calefacción y hasta para alumbrado. Con los mismos residuos de alquitrán, mezclados con polvo de carbón, se hacen briquetas de uso corriente como combustibles. Aparte de los grupos anteriores, podemos todavía mencionar algunos productos derivados del alquitrán de hulla, de tan interesantes aplicaciones como el ácido acético, sulfuros diversos, cianuros, asfalto de alquitrán, etc.

Para darse una idea de la importancia colosal de esta industria de la destilación seca de la hulla, basta con que citemos algunas cifras de lo que suponen ciertos productos que en ella toman su origen. Alemania exportó, en 1913, 7.000 toneladas de anilina; España importó, el mismo año, más de 517, con un valor de más de medio millón de pesetas. Alemania produjo, en 1904, 37.000 toneladas de benceno, de las cuales el 80 por 100 fueron consumidas en sus fábricas de materias colorantes; España importó, en 1913, 34,5 toneladas, por valor de más de 18.000 pesetas. Alemania exportó, en 1908, cerca de 4.500 toneladas de ácido

fénico purificado, con un valor de más de tres millones de pesetas; España importó, en 1913, más de noventa toneladas de ácido fénico, naftalina y creolina, por valor de cerca de 100.000 pesetas. Calculando en unas 6.000 toneladas el consumo mundial de índigo o añil, se producían ya en 1907 más de 4.000 toneladas por vía exclusivamente artificial; en 1909 exportó Alemania índigo artificial por valor de 54 millones de pesetas; dicha nación produce anualmente los seis séptimos del consumo mundial de materias colorantes. En 1909, exportó 47.000 toneladas de colores de anilina, y más de 34.000 toneladas de colores de alizarina, con un valor total, aproximado, de más de 180 millones de pesetas, sin contar el añil ya consignado antes, ni varias materias brutas, exportadas para fabricar colorantes fuera de Alemania. Puede evaluarse en unos 260 millones de pesetas anuales lo que dicha nación produce en primeras materias y colores de la brea de hulla. España importó, en 1913, más de 1.000 toneladas de colorantes artificiales, por valor de más de tres y medio millones de pesetas.

No poseemos datos referentes a la producción extranjera ni a la importación en nuestra nación de medicamentos sintéticos y de perfumes; en las estadísticas del comercio exterior figuran engoblados los primeros con las especialidades farmacéuticas y los segundos con los productos de perfumería ya elaborados y de marca. Pero no es aventurado cifrar su valor (siempre mucho mayor que el de las materias colorantes) en una cantidad próximamente igual al de éstas.

Esas enormes cantidades que Alemania produce están monopolizadas por unas cuantas fábricas, a saber: la *Badische Anilin und Soda Fabrik,* de Ludwigschafen (más de 10.000 operarios); la *Farbenfabrik vorm F. Bayer,* de Elberfeld (más de 6.000 operarios), la *Farbwerke vorm Meister Lucius y Brüning,* de Höchst; *Leopoldo Casella y Compañía,* de Francfort; la *Actien-Gessellschaft für Anilin-Fabrikation,* de Berlín; *E. Merck,* de Darmstadt; *Kalle y Compañía,* de Biebrich; *Zinmer,* y algún otra; con estas fábricas no ha sido posible competir en ninguna otra nación, a pesar de la mayor baratura de las primeras materias (Inglaterra) o de la primacía en muchos descubrimientos (Francia). Téngase en cuenta que las citadas fábricas alemanas poseían sucursales y ramificaciones en todas las naciones importantes del mundo.

Por todo lo dicho, podrá deducirse la importancia formidable de este numeroso grupo de industrias químicas que toman origen en la destilación seca de la hulla; no se aprovechaban al principio más que los alquitranes producidos en las instalaciones para fábricas de gas de alumbrado y se desperdiciaban totalmente las materias originadas en las destilaciones de hulla provocadas para obtener cok metalúrgico; hoy, gracias a los hornos Carvés (tan explotados por la *Societé anonyme de carbonisation,* de París), se aprovechan también éstas.

Ninguna nación puede presumir de poseer industria química sin tener destilerías de hulla con aprovechamiento de los múltiples productos que derivan del alquitrán; tal es la extraordinaria importancia de ellos. En España podemos decir que carecemos casi en absoluto de dicha industria: poco más de 80 fábricas de gas de alumbrado poseemos y unas 20 tituladas destilerías de alquitrán; el número escaso de las primeras obedece a la abundancia extraordinaria de fuerzas hidráulicas, que han hecho posible el salto de los antiguos sistemas de alumbrado por aceite o petróleo, al eléctrico, sin pasar por el de gas (porque debe tenerse en cuenta que primitivamente las fábricas de esta substancia se instalaron en todo el mundo con el fin primordial y casi exclusivo de producir gas para alumbrado, calefacción y fuerza motriz, sin pensar apenas en el aprovechamiento de los valiosísimos productos residuales). La escasez y mala calidad del carbón nacional ha sido más bien disculpa que razón para explicar nuestro atraso en este ramo de la industria química. Aparte del número citado de fábricas de gas, poseemos unas 840 instalaciones de hornos para cok metalúrgico, con una producción anual de unas 600.000 toneladas, lo cual supone el tratamiento de dos millones de toneladas de hulla; debieran aprovecharse unas 80.000 toneladas de alquitrán que en ellos quedarán. Esto sin contar con el beneficio de la destilación de nuestros lignitos. Sin embargo es muy poco lo que se hace; las instalaciones (asturianas principalmente) que la citada *Societé Anonyme de Carbonisation* va implantando, hacen concebir fundadas esperanzas; lo mismo decimos de los esfuerzos laudables hechos por las Sociedades de Peñarroya y Puertollano. Las tituladas destilerías de alquitranes, que toman como única primera materia la que procede de las fábricas de gas, concretan su labor a una muy imperfecta destilación fraccionada de dicho complejo, con el objeto de separar benzol (mal rectificado) que exportan en su casi totalidad o libran al comercio nacional como combustible para motores de explosión. Esa imperfecta rectificación ha sido causa de desdén para los benzoles españoles de las fábricas de La Felguera, Mieres (Ablaño) y La Pereda (Riosa), los cuales no son directamente aplicables a producir anilina, en tanto no sufran una más acabada refinación que permita separar el benceno, tolueno y xilenos que le integran. (O. Fernández. *Discurso inaugural del curso en la Universidad de Madrid.* 1917).

Concluímos, pues, afirmando la urgente necesidad y la posibilidad de establecer en España industrias derivadas del beneficio del alquitrán de hulla, dentro siempre de la modesta esfera de acción que permita el consumo en el mercado nacional.

Muy ligada con la destilación de la hulla está la de madera, diferenciada por la producción de cuerpos, principalmente oxidados, pero originados en un proceso pirolítico fuera del libre acceso del aire, completamente análogo al de la destilación seca del citado carbón. Constituye una industria química del mayor interés, productora de muy variados cuerpos, entre los cuales pueden citarse el alcohol metílico (espíritu de madera), la acetona, el ácido acético (piroleñoso), las creosotas, ácido fénico, guayacol, etc., de tan variados usos farmacéuticos e industriales (en tintorería, barnices, conservación de maderas, desnaturalización del alcohol, etc.). A su vez, esos productos impuros o rectificados son primera materia para obtener otros varios. Y así del alcohol metílico (menstruo de muchos barnices) se obtiene formol, cloruro de metilo, salicilato y otros esteres, colores de anilina, etc.; solamente Alemania produce más de 10.000 toneladas anuales de dicho cuerpo. La acetona (que sirve como disolvente en la fabricación de lacas, de colores y de explosivos gelatinizados y de desnaturalizante del alcohol etílico cuando está impuro y mezclado con el espíritu de madera, constituyendo los metilenos), se utiliza como primera materia para producir iodoformo

y otros cuerpos; Inglaterra consume cerca de 2.000 toneladas anuales de acetona por valor de tres millones de francos. El ácido acético (usado en el estampado y tinte de lana y seda), es la base de muchos acetatos de variados usos (cardenillos, de plomo, hierro, etc.) y de esteres; la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, de Alemania, consume más de 2.000 toneladas anuales de ácido acético (la quinta parte de la producción alemana) para la fabricación de añil artificial. Se ve, por todos estos datos, la importancia de las destilerías de madera. Los Estados Unidos de Norteamérica consumen en esa industria más de cinco millones de metros cúbicos de madera, y Francia destila anualmente la madera de 200.000 hectáreas de bosque. España es un país importador de los productos que de esa industria derivan. En 1913 importó por valor, aproximado, de 200.000 pesetas; posee una gran riqueza forestal (por desgracia, pródigamente disipada por la codicia de sus dueños y la incuria del Estado), y, sin embargo, son escasísimas las explotaciones de destilación de madera; no pasan de cuatro en todo el territorio. Y ha de tenerse en cuenta que los beneficios de esta industria son considerables; la más importante sociedad española llega a repartir hasta el 50 por 100 anual del capital invertido.

Además de esas dos grandes fuentes de medicamentos ya consignadas (destilación de hulla y madera), merecen alguna mención otras industrias farmacéuticas que también originan cuerpos de variadas aplicaciones.

El bromo se extrae de las aguas madres de diversas salinas; sirve para preparar bromuros y materias colorantes, y sus vapores constituyen uno de los gases asfixiantes de acción más corrosiva. La producción mundial es de unas 2.000 toneladas (casi exclusivamente monopolizada por Alemania y los Estados Unidos de América). En España podría producirse aprovechando las aguas de ciertas salinas y las del mar (el residuo salino del Atlántico contiene uno y medio por ciento de bromuros; el del Mediterráneo pasa de medio por ciento).

El iodo libre se utiliza mucho en Farmacia, en la fabricación de muchas materias colorantes, en la preparación de importantes medicamentos (ioduros, iodoformo, iodol), en fotografía, etc. La producción mundial es de unas mil toneladas anuales, y se obtiene del nitro de Chile o de las cenizas de algas marinas. España debiera ser un país productor de este cuerpo y exportador de él, dada la considerable extensión de nuestro litoral; es preciso fomentar los pequeños intentos hechos en Levante y Asturias para la fabricación de este interesante cuerpo.

El ácido fluorhídrico se utiliza para el grabado de vidrio y como antiséptico vinícola; se obtiene, a partir del fluoruro de calcio natural. Poseemos minas de espato fluor en Cataluña y Vascongadas; pero no fabricamos actualmente (hace unos años, sí) ácido fluorhídrico.

El ácido clorhídrico, de tan variados usos (preparación de cloro, cloruros, colores, etc.), se produce con cloruro sódico y ácido sulfúrico, primeras materias abundantes en España. La producción mundial pasa de cinco millones de toneladas; la nuestra debe ser escasa, porque importamos anualmente considerables cantidades, a pesar de lo que fabrican Flix, Gaillard y otros.

El cloruro mercúrico (sublimado corrosivo) es un antiséptico general de muchos usos en Medicina y en la conservación de maderas; también se utiliza en la

fabricación de colorantes y en el estampado del algodón. Las primeras materias para obtenerle son el mercurio, sal común y ácido sulfúrico. Debiera producirse en España en gran cantidad; sin embargo, no sucede esto, e importamos, de esta y otras sales mercúricas, cantidades nada despreciables. Interesa grandemente que el Estado español intervenga en el arrendamiento de las minas de Almadén, de forma que el industrial encuentre facilidades en adquirir mercurio; nos consta que si así sucediera, seríamos hasta exportadores de compuestos mercuriales.

El sulfato cúprico, tan usado en viticultura, en tintorería, en galvanoplastia, en la conservación de maderas, etc., se produce con cobre y ácido sulfúrico. A pesar de ser España la nación más rica en minerales de cobre, nos vemos obligados a importar más de 7.000 toneladas anuales de sulfato de cobre, con un valor de cerca de cuatro millones de pesetas. Algo producen Peñarroya y otras sociedades; pero el inconveniente principal radica en la desnacionalización de nuestras mejores minas de cobre; sin embargo, algo pudiera solucionar todavía la técnica, desarrollando las instalaciones de afino electrolítico del cobre, en el cual queda, como producto secundario, el sulfato.

Poseemos una positiva riqueza argentífera, que nos debiera permitir el fabricar abundantemente sales de plata, principalmente nitrato, de usos interesantes en medicina, fotografía e industria; sin embargo, somos importadores de esos productos.

Somos un país exportador de plomo, cuyos minerales abundan en nuestro subsuelo y se benefician en nuestro territorio. Ese metal es la primera materia para producir minio, litargirio, albayalde y otros compuestos suyos de tan variados usos. A pesar de ello, importamos, en 1912, óxidos por valor de 152.000 pesetas, no bastando al consumo nacional las fábricas de la Real Compañía Asturiana y otras menos importantes.

Compuestos de bismuto debiéramos producir (principalmente subnitrato, xeroformo y dermatol) por lo menos para satisfacer las necesidades del consumo nacional. Las minas de bismuto de Conquista (Córdoba) suministrarían la primera materia, si no estuvieran también en manos extranjeras.

El permanganato potásico, que se utiliza mucho en Farmacia, que es un antiséptico y decolorante general (para blanqueo de fibras textiles, conservación de madera, etc.), se obtiene a partir del bióxido de manganeso o de carbonato manganoso. Ambos compuestos existen abundantes en España y son exportados en su casi totalidad. En estos últimos años se han hecho algunos intentos de fabricación de permanganato; pero la producción actual es pequeña.

Nuestra riqueza en minerales de hierro es realmente sólida; con dicho metal se preparan sus compuestos, principalmente el sulfato ferroso, de tanto uso como mordiente de lana y primera materia para fabricar azul de Prusia. A pesar de ello, dependemos del extranjero en una cierta cantidad de dicha sal que importamos al año. Lo mismo decimos de los ferro y ferricianuros potásicos y del azul de Prusia, que se elaboran con los residuos de la mezcla Laming que queda en los purificadores del gas de alumbrado; una sola fábrica existe en España de esos productos, no obstante la abundancia de las de gas y la importación que hacemos de esas materias para usos distintos, y explosivos.

Poseemos buenas minas de antimonio (en Cáceres, Gerona y Lugo) y tampoco fabricamos tártaro emético ni otros productos antimoniales medicinales; lo mismo decimos del arsénico.

Nuestra producción de minerales de estaño casi cubre las necesidades del mercado nacional, y se fabrica cloruro estántico *(pink-salt)* en cantidad casi suficiente (Flix produce hasta dos toneladas anuales).

De otros productos farmacéuticos e industriales inorgánicos hemos hecho ya mención en otro lugar (sosa cáustica, clorato potásico, etc.) Pasemos revista a los orgánicos, no mencionados al hablar de las destilerías de hulla y madera o de otras industrias, prescindiendo también de los que merecen capítulo aparte (azúcar, alcohol, resinas y derivados, etc.)

El cloruro de metilo, muy usado como frigorífico y en síntesis de colorantes, se obtiene de los residuos de remolacha azucarera; poseemos una industria excesiva de esta clase de azúcar, pero no aprovechamos debidamente sus residuos, que son de positivo valor.

La glicerina es un residuo de las industrias jabonera y de las bujías esteáricas. La producción mundial pasa de 150.000 toneladas (a partes iguales de los dos orígenes dichos). Es de un importantísimo consumo para fabricar nitroglicerina (dinamita). En España se producen grandes cantidades y hasta se exportan más de 1.500 toneladas anuales, por valor de millón y medio de pesetas; pero no se refinan las aguas residuales de aquellas industrias y se envía fuera el producto bruto por falta de preparación técnica y de iniciativa para poder hacerlo. Poseemos 28 fábricas de bujías y 138 de jabón (a parte de pequeñas instalaciones) y la purificación de las glicerinas residuales, así como la fabricación de derivados medicinales (glicerofosfatos, etc.) debiera ser industria española de importancia, ya que producimos jabón en cantidad para exportar hasta 3.000 toneladas al año.

Los ácidos fórmico y oxálico se preparan hoy con óxido de carbono (producido en combustión incompleta del carbón) y álcalis libres o carbonatados; son de mucho uso, así como sus sales, para tintorería, estampado y apresto de tejidos. Su fabricación industrial puede y debe implantarse en España. Lo mismo decimos del formol, de tan extenso uso como desinfectante.

El ácido láctico toma su origen industrial, casi exclusivo, en los sueros de la leche, que quedan como líquidos residuales en la fabricación del queso y de manteca; es ácido de elevado precio y variados usos (en el curtido rápido de pieles, tintorería, medicina, etc.). Actualmente se fabrica ya en España en tres o cuatro fábricas del Norte y estimamos que su producción cubrirá muy pronto nuestras necesidades, evitándonos su importación. Han sido estas instalaciones un ejemplo vivo de las energías que la guerra mundial ha sabido despertar (no tanto como fuera de desear) en nuestra patria.

El ácido tartárico se obtiene de las heces del vino. Nuestra riqueza vinícola es estimada en un promedio de 20 millones de hectolitros al año, lo cual debe dejar unas 800.000 toneladas de orujo, que tienen una riqueza de 3 por 100 de tártaro (tartrato potásico ácido); es decir, que pudiéramos producir hasta 24.000 toneladas de tártaro al año y ser uno de los países exportadores de compuestos

tartáricos. Pues bien, la mayor parte del tártaro bruto es exportado a las fábricas del Sur de Francia (por valor de seis millones de pesetas, en 1912) para su refinación, devolviéndonos una buena parte de productos puros, que importamos para los usos de tintorería y estampado. Así se explica que naciones como Alemania importen más de 3.000 toneladas al año, Inglaterra cerca de 4.000 toneladas de tártaro crudo, a expensas de las naciones que, como España, no saben aprovechar sus riquezas naturales. Y al decir *no saben,* creemos usar las palabras exactas, porque el problema, cuya solución se ha intentado varias veces entre nosotros, es esencialmente técnico y muchas fábricas han fracasado porque sus químicos *no saben* obtener ácido tartárico. Citemos como excepción consoladora la Industrial Química, de Zaragoza.

Decimos del ácido cítrico lo que consignamos del tartárico. Poseemos primera materia abundantísima (limones y naranjas agrias) y no acertamos a fabricar dicho ácido, limitándonos a enviar a Inglaterra los zumos concentrados o el citrato cálcico; a pesar de los derechos de aduana, somos importadores de ácido cítrico, tartárico y sus sales, por valor de millón y medio de pesetas, con destino a nuestras tintorerías y farmacias. Más de 4.000 toneladas de limones y 250.000 de naranjas exportamos en 1912. En estos últimos años las dificultades de exportación acuciaron el ingenio de los técnicos españoles, y son ya varias las fábricas de ácido cítrico instaladas en nuestro territorio, lo cual nos desprenderá positivamente de la tutela extranjera.

Las féculas y almidones son productos de uso general para el apresto de tejidos, aplicaciones domésticas y fabricación de dextrina y glucosa; generalmente es la patata el vegetal que la suministra (también— claro es—el arroz, maíz, trigo, etc.) España exporta anualmente (1912) unas 60.000 toneladas de citado tubérculo, y, en cambio, importa 15.000 toneladas de féculas, lo cual es incongruente, puesto que la patata da más beneficio extrayéndole su fécula que vendiéndola íntegra.

El tanino es un medicamento de importancia, por sí y por sus numerosos derivados (tanigeno, tanalbina, tanoformo, dermatol, etc.); es de gran consumo como mordiente en tintorería y como clarificante en la fabricación de bebidas alcohólicas; es, además, el principio activo de casi todos los líquidos curtientes. Importamos esa materia por más de 50 toneladas al año, y posemos en tal abundancia los vegetales que la producen, que pudiéramos y debiéramos ser exportadores de ella. Cortezas de encina, de castaño y aun de pino, así como agallas, se utilizan para obtener tanino (además del quebracho, mimosa, zumaque, etc.) Y los datos de extractos tánicos curtientes son aún más desconsoladores; pues, a pesar de existir varias fábricas españolas de ellos (de tanino puro no hay ninguna), importamos más de 250 toneladas de materias curtientes, por valor de siete millones de pesetas (no alcanzando nuestra exportación a medio millón de pesetas).

* * *

De la lectura de esta prolija reseña debemos deducir la necesidad imperiosa de implantar en nuestro país la gran industria farmacéutica y fomentar y desarro-

llar las pequeñas instalaciones existentes. Por la enorme variedad de productos que las ciencias médicas precisan, no es posible la instalación de grandes explotaciones más que de aquellos que a su vez tengan otras aplicaciones (colorantes, explosivos, combustibles, etc.), o de los que tomen origen en la misma primera materia. En España necesitamos grandes destilerías de hulla y de madera, cosa factible con el aprovechamiento de las fábricas de gas del alumbrado y el de las instalaciones de cok metalúrgico; precisamos instalaciones importantes de sosa electrolítica, para lo cual disponemos con abundancia de sal común y de energía eléctrica; debemos aprovechar nuestras riquezas naturales fabricando grandes cantidades de ácido cítrico, de nuestras naranjas y limones; de ácido tartárico, de nuestras uvas; de iodo, de las algas marinas; de bromo, del agua del mar; de sales de mercurio, plomo, cobre, plata, zinc, etc., de los respectivos y abundantes minerales; debemos aprovechar mejor los residuos de otras grandes industrias ya establecidas (azúcar, alcohol, resinas, etc.) Y todo ello puede y debe hacerse, porque tenemos capitales muertos que han de lanzarse a la producción, porque nos sobran brazos que han de contenerse a la emigración, porque necesitamos de muchos productos y hemos de reclamar nuestra independencia industrial.

Resinas.—En nuestra considerable riqueza forestal tienen una lucida representación las coníferas y, muy especialmente, diversas clases de pinos. Ellos suministran, por incisiones en su tronco, la oleorresina, llamada miera o trementina, la cual, sometida a la destilación, se desdobla en sus dos principales componentes: uno líquido (aguarrás) y otro sólido (colofonia). La explotación de esta industria se lleva a cabo de modo muy satisfactorio por muchos conceptos (organización, medios materiales puestos en juego, bondad de los productos obtenidos, etcétera) y es una de las más florecientes y que más honran a nuestra patria. La Unión resinera Española tiene acaparada casi toda la producción en sus veintitantas fábricas. En 1915, produjeron éstas más de 15.000 toneladas de colofonias y cerca de 4.500 toneladas de aguarrás, aparte de unas 26 toneladas de productos diversos. Pertenecen a la sociedad 69 montes, que ocupan una extensión de hectáreas 56.000, y tiene otros muchos en arriendo; naturalmente, los explota también para la venta de frutos y maderas; más de 60.000 metros cúbicos de maderas y cerca de 17.000 hectolitros de frutos produjo en el citado año (datos tomados de la Memoria de 1915 a 1916, de dicha sociedad).

Las 32 fábricas que en total existen en España destilan la miera obtenida de unos trece millones y medio de pinos en resinación, lo cual ocupa más de 6.000 obreros y consume en jornales y materiales cerca de cinco millones de pesetas durante la zafra.

Gracias a todas estas explotaciones podemos ser país exportador de aguarrás y colofonia por valor de ocho millones de pesetas, en 1913, siendo nuestros mercados consumidores principales los centro-europeos. Muy cerca de los nueve décimos de la producción española es exportada.

Algunas observaciones, sin embargo, debemos hacer a esta industria. Con la producción considerable de primera materia debieran desarrollarse industrias derivadas que obtuvieran sustancias de importancia reconocida. El alcanfor sintético se obtiene hoy a partir del pineno, que es el constituyente principal del aguarrás; han constituído esos métodos de obtención uno de los más brillantes triunfos de la síntesis química, y si bien son de descubrimiento reciente (1908), han sido rápidamente propagados, habida cuenta de la baratura y bondad del alcanfor obtenido, que compite con el natural, extraído de los árboles del Japón. En nuestra nación poseemos abundante primera materia para instalar alguna fábrica de alcanfor sintético, producto de elevado precio y variadas aplicaciones en Medicina, pirotecnia y balística y en la fabricación del celuloide, del cual es parte integrante, como lo revela su consumo mundial, que llega a 6.000 toneladas anuales. Y no es obstáculo a la implantación de fábricas de alcanfor sintético, el que se propague el cultivo del árbol que lo produce, puesto que el consumo del producto aumenta considerablemente, viéndonos obligados a importar cantidades de consideración. En mucha menor escala, porque son de poca importancia, debiéramos obtener terpina y terpinoles, que toman también su origen en el citado pineno.

Pero el defecto mayor que nos permitimos señalar a la industria resinera española, y que es defecto de todas las industrias españolas, radica en la falta de protección y de estímulo a la investigación científica. No cabe duda que un estudio detenido de los productos de esa industria permitiría su perfeccionamiento y la producción de sustancias derivadas, de gran interés. Comienzan ya a hacerse en España trabajos serios de investigación, y a su fomento deben contribuir, no solamente el Estado, que tiene la obligación de desarrollar la cultura patria, sino las grandes empresas industriales, que tienen el deber de ceder una parte de sus beneficios en favor del progreso nacional, cuyas inmediatas consecuencias son las primeras en recoger.

Azúcar.—Nuestra producción azucarera ha sido perjudicialmente excesiva. En 1908 llegó a alcanzar la elevadísima cifra de 108.000 toneladas en 49 fábricas de remolacha y 34 de caña. Superando considerablemente a la necesaria para el consumo, nada tendríamos que añadir, desde nuestro punto de vista, referente al fomento de tan interesante industria. Son medidas económicas las que han de solucionar el conflicto de esta sobreproducción, y, por ende, salen fuera de nuestro modesto campo de estudio. Señalemos únicamente el hecho, para que sirva de valioso precedente y evite en otras explotaciones industriales las funestas consecuencias de un impremeditado desarrollo. La pérdida de nuestras colonias ultramarinas desató la codicia o fomentó el espíritu emprendedor de muchos industriales españoles, que se lanzaron, en carrera loca, a instalar y explotar fábricas de azúcar, sin contar con la capacidad de consumo nacional, ni con la posibilidad de competir, en precio y calidad, con el producto extranjero, dentro o fuera de España. La consecuencia inmediata de esta imprevisión fué el cierre de muchas fábricas y la ruina de no pocos industriales

Pero sí nos interesa, por nuestras peculiares aficiones químicas, insistir, una vez más, en el deficiente aprovechamiento que se hace de los residuos de esta industria. Ya señalamos en otro lugar, que no fabricamos cloruro de metilo, a pesar del volumen enorme de melazas que en las azucareras se producen: las

sales potásicas comienzan ahora a aprovecharse en algunas fábricas, según ya, también, hemos indicado. Tan sólo la fermentación y destilación subsiguiente del alcohol producido, y el aprovechamiento para piensos son las aplicaciones corrientes de las melazas dichas. Pero ni carbonato potásico puro, ni amoníaco, ni cianuro sódico, ni sulfato amónico, ni ácidos orgánicos (acético, butírico, etc.) se ha intentado extraer de ellas. Basta, para formarse idea de la riqueza que se pierde con ello, con citar que una sola refinería alemana (Ammonia, de Hildesheim) utilizaba ya el 60 por 100 del nitrógeno de las vinazas residuales en el aprovechamiento alcohólico de las melazas, fabricando cianuro potásico por valor de dos millones y medio de pesetas al año, y sulfato amónico por valor de medio millón.

Alcohol.—Algo parecido podemos decir de nuestra industria alcoholera. La cantidad de alcohol producida en España pasa actualmente de 700.000 hectolitros al año, cifra de importancia, aun conjugándola con la producción mundial, que es de unos 22 millones de hectolitros. Nuestra producción aumenta en tal proporción, que el año 1917 (al cual se refieren las cifras anteriores) ha sido un 25 por 100 mayor que la del año 1914; y la de 1918 superará considerablemente a todas las anteriores. Producimos, por tanto, considerable cantidad de alcohol, que cubre las necesidades de nuestro consumo, y estamos capacitados para aumentar considerablemente esa producción, porque disponemos de abundantes primeras materias para ello. Pero en esa masa de alcohol producido, tiene una muy escasa y lamentable representación el alcohol industrial; en efecto: figura el alcohol desnaturalizado en un 3 por 100 del total producido; por cada 100 litros de alcohol dedicado a bebida y licores, fabricamos 32 de alcohol dedicado a usos industriales (Alemania, 54; Francia, 18; Inglaterra, 14, etc.) Una de las causas de esta desproporción está indudablemente en la protección que justamente goza la riqueza vinícola; pero la razón que a nosotros más concretamente nos interesa está en las escasas aplicaciones industriales a que dedicamos el alcohol. Los usos generales de calefacción, de fuerza motriz y de alumbrado están muy extendidos en todas partes, pero no en España; el primero se concreta casi exclusivamente a la economía doméstica; el segundo comienza a desarrollarse en los motores de explosión, por ser la base de casi todos los actuales sustitutivos de la gasolina; el tercero es casi nulo todavía. Influye mucho en esto el precio elevado del desnaturalizante, por la cantidad excesiva que de él se añade al alcohol y por su valor intrínseco. Pero las industrias de transformación química del alcohol nos ofrecen todavía más desconsoladores resultados.

El éter, mal llamado sulfúrico, se obtiene hoy exclusivamente del alcohol; es cuerpo de extensas aplicaciones en medicina, para preparar seda artificial, para disolver algodón pólvora en la fabricación de explosivos, para preparar perfumes y materias colorantes. Más de 3.000 toneladas se consumen anualmente en Alemania. Más de 600 toneladas consume nuestra fábrica militar de Granada. Y sin embargo, no producimos todo el necesario para nuestro consumo, puesto que importamos bastantes toneladas. Pero, además de producir poco, producimos caro. Creemos que esta industria se desarrollaría considerablemente, y podríamos fabricar mucho éter y barato, si la Administración pública concediese facilidades para ello. Todas las naciones tienen un desnaturalizante general destinado al alcohol de consumo en los tres usos citados de calefacción, fuerza motriz y alumbrado; pero establecen, además, desnaturalizantes especiales para otros usos (fabricación de éter, barnices, etc.). En España no sucede esto y no se puede fabricar éter más que a partir del alcohol vínico, de mucho mayor precio que el de cualquier otro origen. Quedarían salvadas las garantías del régimen fiscal de alcoholes, que pretende deslindar los campos de acción y de consumo del de vino (dedicado a bebidas) y del de granos, mediante la adición a los del último origen de ciertas substancias que impidieran el que pudiera sustituir a los del primer grupo. Y la Química puede ofrecer mezclas variadas que reúnan todas las condiciones de un excelente desnaturalizante. Los agobios impuestos por la escasez de gasolina han obligado a los poderes públicos a establecer el mismo éter como desnaturalizante de alcohol para el exclusivo uso motriz; ¿por qué no ampliar la concesión para toda clase de usos químicos, con ese u otro desnaturalizante, que garantizasen el empleo exclusivamente industrial del alcohol, pero que no estorbase a su transformación en otros cuerpos de intereses y aplicaciones varias? Los desnaturalizantes establecidos en nuestro país, sobre ser perjudiciales para el uso motriz del alcohol, lo son también para las dichas transformaciones en éter u otros cuerpos.

Cuanto hemos dicho del éter puede repetirse para el cloroformo (del cual importamos por toneladas al año), para el cloral, para la industria de tanino puro, para la preparación de barnices y materias colorantes, para la extracción de alcaloides de plantas y para otros muchos usos del alcohol, cuya facilidad de empleo abriría un ancho campo a la industria nacional llegando hasta las posibilidades de fabricar caucho sintético a partir del eritreno producido con alcohol; producto ese de tan gran interés para nosotros, que nos obliga a importar por valor de más de tres millones de pesetas anuales de caucho y similares sin labrar y seis millones y medio de manufacturas suyas.

Cementos.—Más de 300.000 toneladas de cemento natural y unas 200.000 toneladas de portland producimos anualmente en más de cien fábricas, estando esta industria en desarrollo creciente, de tal modo, que muy pronto llegará a cubrir las necesidades nacionales, por ser ya relativamente escasa la cantidad que aun nos vemos obligados a importar (por valor de unos cuatro millones de pesetas al año). Nada tenemos que objetar a esta industria, la cual, realmente, no se encuentra atrasada en nuestro país.

Cueros y curtidos.—Es una de las industrias más antiguas de España, desarrollada en numerosísimas fábricas y con una considerable producción, susceptible todavía de mayor desarrollo, como lo demuestran las siguientes cifras: importamos unas 7.000 toneladas de pieles sin curtir, pero exportamos una cantidad aun mayor del mismo artículo (con un valor menor, porque la piel importada es de mayor precio que la que enviamos al extranjero); lo cual ofrece un buen margen de ampliación a nuestra industria actual. La balanza comercial nos es favorable en lo que se refiere a la piel curtida, puesto que el exceso de exportación sobre importación es de más de un millón de pesetas anuales.

Se nota en la técnica de esta industria un visible progreso, con la adopción

de los métodos de curtido rápido, tan desdeñado siempre por nuestros curtidores, y con la fabricación de artículos y manufacturas especiales. Pero todavía adolece, en general, de un empirismo pernicioso, elocuentemente expuesto y censurado por O. Fernández *(Discurso de ingreso en la Academia de Ciencias*, página 12).

Colas y gelatinas.—Con muchos puntos de contacto con la anterior, es industria que adolece de los mismos defectos. En los últimos años ha adquirido gran desarrollo, y no solamente cubre las necesidades de nuestro mercado sino que exporta alguna cantidad. El progreso, en este sentido, ha sido tan considerable, que de millón y medio que importábamos el año 1912, ha descendido la cifra a medio millón que importamos el año 1916.

Sin embargo, los productos especiales (cola de conejo, gelatinas clarificantes y alimenticias) se fabrican poco aun y nos vemos necesitados de traerlas de fuera por cantidades respetables. Es un vacío de esa industria que seguramente ha de cubrirse.

Vidrio y cristal.—A pesar de nuestra considerable producción nos vemos obligados a importar al año por valor de más de un millón de pesetas en vidrio hueco, millón y medio en plano y un millón en cristal y varios.

Esta industria adolece, además, del defecto de no producir ciertos vidrios y cristales especiales, como los necesarios para instrumentos y aparatos de óptica. En cambio ciertas clases de vidrios planos (lunas y espejos) son justamente estimados y nos permite exportar por valor de 200.000 pesetas al año.

De todos modos nos queda mucho por hacer para emanciparnos del extranjero.

Otras industrias.—Ante la imposibilidad de dar idea, ni siquiera aproximada, de todas las industrias químicas existentes o posibles en España, callamos aquellas de gran dificultad de instalación por falta de primeras materias (cromo, níquel, platino, etc. y sus compuestos), las que son propiamente agrícolas, que harían extensísimo este trabajo (aceites, quesos, mantecas, conservas vegetales y animales, etc.) y que tienen un buen grado de desarrollo, y algunas otras de escasa importancia o de transformación sencilla (lubrificantes, sulfuro de carbono para desgrasante, etc.). No interesa su consideración para nuestro peculiar objeto.

Maquinaria.

Nuestra producción de máquinas, en general, es muy deficiente, como hemos tenido ocasión de hacer notar al tratar de las metalurgias y, muy principalmente, de la siderurgia, a cuyo capítulo nos permitimos remitir al lector. Algunas palabras hemos de añadir aquí en lo que se refiere a ciertas fabricaciones especiales.

Maquinaria eléctrica.—La fabricación de material eléctrico, en general, va adquiriendo positivo desarrollo en nuestra patria. Ha sido nuestro mercado campo de lucha de grandes fábricas alemanas, que siempre se han disputado nuestro consumo con verdadero encarnizamiento; algunas han llegado a absorber nuestros pequeños y laudables intentos de producción, de tal modo, que sólo dos o tres fábricas españolas sostienen decididamente su independencia. Tenemos mucho camino que recorrer para llegar a poder competir en precios con el material extranjero, producto de una larga experiencia y de una selección cuidadosa. No basta con la protección aduanera, que es todo lo intensa que puede ser; es necesario perfeccionar la industria. Importamos al año por valor aproximado de 45 millones de pesetas de material eléctrico en general, figurando los motores y dinamos por más de la mitad de esa cifra. Haciendo la industria más técnica, más científica y mejor organizada, y procurando que las metalurgias produzcan materiales selectos, habríamos dado un gran paso en su desarrollo. Lo viene a demostrar el éxito alcanzado por las Sociedades creadas, estos tres últimos años, para fabricar transformadores.

Por otra parte, el consumo nacional ha de aumentar en proporciones enormes, de modo rapidísimo, en cuanto se ponga en explotación la formidable riqueza hidroeléctrica que poseemos. Y es indispensable que nos encontremos suficientemente preparados para cuando llegue, y no ha de tardar, ese venturoso acontecimiento. No debe temerse a una sobreproducción, en muchos años, dada la forzosa solidaridad electrotécnica de ambas explotaciones.

Motores varios.—Se construyen en España buenos motores de explosión y otros; precisa ampliar la producción a motores tipo Diesel, para automóviles, etcétera. Y claro es que se necesita para ello el que la siderurgia marche de avanzada y progrese, de forma que pueda ofrecer a la industria metalúrgica transformadora, cantidad y variedad de materiales, con las obligadas condiciones de calidad y precio. Y como nuestros carbones son pobres y no se acomodan a los gasógenos y motores corrientes, es preciso que nuestros técnicos acometan, científica y tenazmente, el problema de buscar nuevos tipos de unos y

otros, que convengan a nuestros carbones. En resumen: el desarrollo en fabricación de motores es problema de técnica, de ciencia.

Maquinaria agrícola.—La producción española es pequeña y nos obliga a depender del extranjero, por valor de ocho millones de pesetas al año. Aunque el consumo nacional ha de tener al cabo un forzoso límite por la topografía de nuestro suelo, por la división enorme de la propiedad y por la falta de asociación, es mucho lo que importamos y mucho más lo que pudiéramos fabricar si se especializara un poco la industria y se propagasen activamente las ventajas del cultivo científico de la tierra.

Material científico.—Casi puede decirse que no poseemos más que una fábrica de esta interesantísima maquinaria. No tiene nada de extraño, dada la pobreza de nuestra producción científica. Pero importamos por considerables cantidades, difíciles de evaluar, por la dispensa del pago de derechos arancelarios en la mayoría de los casos. Las estadísticas de comercio exterior nos dan la cifra de dos millones de pesetas al año, de aparatos e instrumentos diversos.

Aunque prescindiésemos de momento de la fabricación de instrumentos y aparatos de alta precisión, estamos en el imperioso deber de fomentar esta industria, que es el índice del grado de cultura del país. Precisa, claro es, una especialización acabada, una dirección técnica valiosa, obreros hábiles y franca protección del Estado.

Otras máquinas y accesorios.—La textil puede y debe emanciparse del extranjero, y así lo va haciendo. La de tracción (locomotoras, etc.) se inició ya en estos dos últimos años, y es de esperar que se consolide. Otras especiales (máquinas de coser y de escribir, relojería, para usos varios) se intentan establecer en nuestra patria.

Causas de nuestro atraso industrial.

Hemos hecho una reseña del estado actual de las industrias españolas, prolija, amazacotada, muy recargada de datos estadísticos, de lectura muy árida e ingrata. Ha sido nuestro deseo el presentar al lector el cuadro, lo más completo posible, conservando sus tintas reales, acercándonos en todo lo posible a la verdad. Dudamos mucho de haberlo conseguido, por la falta enorme de estadísticas de producción industrial, por la dificultad de aprovechar las de nuestro comercio exterior (en cuyas partidas arancelarias se engloban substancias de diversa constitución y uso), por la negativa de las grandes Sociedades a suministrarnos los datos de producción que precisábamos, por la gran complejidad del problema y, sobre todo, por la impericia del que esto escribe.

Muchas consideraciones particulares han sido hechas al tratar de cada una de las industrias reseñadas; ello nos ahorra el tener que volver sobre observaciones de detalle, limitándonos en este capítulo a señalar aquellos defectos que son generales a toda industria.

El lector se habrá percatado del hecho, tan cierto como desconsolador, de que la parte más floreciente de nuestra industria, la más valiosa, está parcial o totalmente desnacionalizada. Si poseemos una relativa independencia para nuestro territorio, ciertamente carecemos de ella para nuestra industria. Las principales fuentes de riqueza existentes en nuestro subsuelo, en la corriente de nuestros ríos, en los medios de transporte, en la obtención de primeras materias y en su transformación, están en manos extranjeras. Buscar el origen a este insólito hecho es tarea nada fácil, porque el problema es de suyo complejo y de profusa raigambre. No poseemos hábito de ahorro, defecto de nuestro carácter; una buena parte de lo que ahorramos lo retraemos a todo empleo, guardándolo como tesoro; del escaso dinero que lanzamos a la circulación, la porción mayor es colocada en préstamos al Estado, el cual paga un interés alto (compárese con sus similares extranjeros) y cómodo, sin las preocupaciones de las empresas industriales, a las cuales hace por ese camino una competencia enorme. El escaso capital que se lanza por el camino de la industria, tropieza siempre con otros dos gravísimos inconvenientes: los obstáculos administrativos, que cohiben siempre el libre y activo movimiento que caracteriza a la vida industrial moderna, y la falta de preparación técnica, que hace que muchas de nuestras industrias se desarrollen en el más absurdo empirismo, con una administración pródiga, sin aprovechamientos residuales, que son el secreto del éxito en otros países, produ-

ciendo substancias de mediana calidad y objetos de presentación detestable, que únicamente pueden tener venta a la sombra de protecciones arancelarias. Si a todo esto se añade nuestra natural apatía, nuestra actividad, más pasional que volitiva, nuestro individualismo salvaje, que impide solidarizar las industrias análogas y someterlas a una organización bien estudiada, se comprenderá que el capital español se retraiga de empresas industriales y deje el campo libre al concurrente extranjero, mejor preparado y más sagaz, con armas seguras para el triunfo.

Pero nos encontramos ante una realidad, ante un hecho positivo, contra el cual hemos de reaccionar con urgencia. Todas las naciones, en los actuales momentos, se aprestan a las futuras luchas económicas que han de seguir a la actual contienda de las armas; todas en mayor o menor grado que la nuestra han sentido los efectos de la concurrencia extranjera en sus propios mercados, y todas activamente requieren el concurso de sus gobernantes, de sus industriales, de sus hombres de ciencia, de sus economistas, para resolver el magno problema condensado en la célebre frase de D' Anunzzio: *O rinovarse o morire;* que no otra cosa que la muerte supone la desnacionalización de la riqueza de un país.

Actualmente, y como consecuencia, quizá, de la guerra misma, disponemos de medios económicos suficientes para el desarrollo de nuestra industria. Estiman los economistas, que una vez terminada la tragedia actual, habrá en España un aumento total de capitales de más de 5.000 millones de pesetas, con relación al año 1914; una gran parte de esa suma ha de enderezarse por el camino de la industria, a pocas facilidades que dé el Estado. En estas condiciones, creemos, con Urrutia *(loc. cit.),* que la nacionalización de nuestra industria se debe hacer, más que con trabas al extranjero, con protección y estímulo a los nacionales, para ofrecer al capital el aliciente de mejor beneficio que en otras orientaciones no industriales. La nacionalización debe concretarse a aquellas industrias claves, o básicas, indispensables para la vida y defensa de la nación; y si dichas industrias no existen, deben crearse, aun a costa de los mayores sacrificios, si queremos que nuestra patria conserve las cualidades esenciales de personalidad e independencia.

En cuanto a las otras industrias se refiere, medios coercitivos tiene el Estado para obviar los inconvenientes de la extranjera propiedad actual de nuestras mejores explotaciones, y para evitar que pueda llegar a serlo la que todavía no lo es. De alguno de esos medios nos hemos hecho eco al ocuparnos de ciertas metalurgias tales como la del cobre. Pero no siendo nuestro propósito el entrar en el aspecto económico de la cuestión, únicamente nos permitiremos señalar una orientación que corregiría esta grave falta de nuestra industria, por el doble camino de inspirar confianza al capital extranjero y al nacional. Nos referimos a la preparación técnica, de la cual nos hemos ocupado muchas veces en este trabajo y en otras ocasiones distintas. La falta de dicha preparación entre nosotros ha influído considerablemente para que las sociedades extranjeras concretaran sus explotaciones a la obtención de primeros productos sin afino ni manufactura, que es llevada a cabo, fuera de España, por técnicos de sus respectivos países. Nuestra falta es tan grave, que nos obliga a importar anualmente por valor de unos 400

millones de pesetas, de productos que deben y pueden fabricarse o manufacturarse en España; ciertamente que no es imputable toda la cifra señalada a nuestra deseducación técnica, sino más bien al abandono en que la tienen las clases directoras. Se da en nuestro país el milagroso hecho de la autodidáctica en todos los órdenes, y poseemos técnicos e investigadores, *a pesar* de que casi nadie se ha cuidado de formarlos y, mucho menos de orientarlos, aprovechando las excelentes cualidades de nuestra raza y corrigiendo sus positivos defectos.

El ambiente social no ha vivido de realidades, y así han fracasado muchos ensayos bien concebidos y mal ejecutados. Casos aislados de directores técnicos de positivo mérito, de obreros hábiles y especializados, se dan con frecuencia consoladora en nuestra patria; pero emigran y desarrollan sus aptitudes fuera de ella, en otro ambiente propicio; o vegetan, haciendo infructuoso su noble esfuerzo, en un aislamiento casi salvaje, sin coordinación entre ellos, sin protección, sin guía. Cuando se les ha ofrecido ocasión en donde poder aplicar sus iniciativas, lo han hecho con positivo éxito. Recordemos, por no citar más que un ejemplo, la época de fiebre azucarera de estos pasados años; las nuevas fábricas fueron, al comienzo, regentadas por personal extranjero; pero bien pronto fué sustituído por ingenieros, farmacéuticos y químicos españoles, que orientaron sus conocimientos al lado de aquéllos y llegaron rápidamente a sustituirlos en sus funciones. Actualmente, y con motivo de la contienda europea, la mayoría de nuestras explotaciones está regentada por personal español. No puede, por tanto, achacarse a incompetencia nuestra la falta de preparación técnica.

Pero a pesar de nuestras excelentes aptitudes para la técnica y aun para la investigación (como ya veremos más adelante), nuestras industrias adolecen del capitalísimo defecto del empirismo y están científicamente atrasadas. En la reseña que de ellas hemos hecho, ha podido observarse este hecho cierto: industrias florecientes desaparecieron, porque sus directores estimaban como secreto de su existencia las fórmulas practiconas legadas de generación en generación; aisladas de todo progreso científico, estancaron su desarrollo hasta verse sumidas por la concurrencia de sus análogas, más científicamente explotadas. En esa lucha por la existencia, el triunfo es siempre del más fuerte y la fuerza la da el íntimo consorcio entre la práctica (que sin teoría es empirismo) y la teoría (que sin práctica es utopía), como dijo Azcárate; industria desligada de la práctica estará siempre condenada a perecer. Este defecto general, aun en los países más avanzados, se encuentra agudizado en España; producimos poco y producimos mal; ni aun para nuestro menguado consumo nos bastamos; no aprovechamos debidamente los residuos de las diversas industrias; no transformamos nuestras considerables riquezas naturales; no intentamos establecer, sobre sólida base, nuestras industrias nuevas ni nos preocupamos de reformar las antiguas. Y gran parte de ello es imputable al capitalista industrial, que esteriliza con su rutina los buenos deseos del técnico. Los industriales españoles—decíamos en otra ocasión (*Conferencia del Ateneo.* Noviembre, 1916)—han considerado siempre al técnico moderno y al especulador científico como factores despreciables, si nó perjudiciales, para sus cálculos. Refractarios a toda innovación, han despreciado los triunfos de la Ciencia, de los cuales eran ellos los primeros beneficiados; desconfia-

dos (con algún fundamento) de la capacidad de nuestros técnicos, no se han preocupado en estimular sus iniciativas ni en fomentar su cultura; desdeñosos para nuestros investigadores, se han mofado de sus elucubraciones en vez de solicitar su consejo altruísta y aprovechable. Defecto general, muy general y muy desconsoladoramente humano, para evitar el cual se preocupan hoy todas las naciones: Inglaterra, por boca de políticos tan eminentes como Asquith, Henderson y Bonar-Law, reconoce la necesidad y la urgencia de aplicar a la industria un procedimiento metódico y científico, al cual debe Alemania su preponderancia en casi todos los mercados del mundo. El profesor Price Jackson, de los Estados Unidos de América, demuestra la necesidad de establecer un sistema efectivo de desarrollo científico y de conocimiento técnico para las industrias yankees; ¡esto en un país en donde la organización y el progreso rayan a tan gran altura!

Entre las ideas de numerosos hombres de ciencia y políticos que de estos asuntos se ocupan en Francia, merecen citarse las de V. Cambon *(Nôtre avenir)*, que atribuye el que la invención, tan francesa, de materias colorantes haya pasado a manos alemanas, entre otras causas, a la falta de personal científico especializado; Le Chatellier expresa análogos pensamientos haciendo ver que, sin instrucción científica, se podrá, en algunos casos, copiar lo que hacen otros y hasta será posible, a cambio de enormes esfuerzos, conseguir algunos perfeccionamientos de detalle; pero el industrial que quiera inventar la ciencia sin conocerla, quedará siempre muy detrás de sus concurrentes más instruídos. Los ejemplos y las citas podrían prodigarse, porque la cuestión es de palpitante actualidad y de reconocido interés. Por todas partes se vuelven los ojos a la ciencia, única salvadora de la humanidad. Sus servidores directos, injustamente postergados en algunos países, son reclamados y consultados.

Pero como toda obra magna, de carácter nacional, no se resuelve por la suma de esfuerzos de los hombres sino por la coordinación de iniciativas, el problema se transporta al de la organización. Por falta de ella mueren o viven en precario muchas industrias; por su exaltación podrán renacer o regenerarse. No basta tampoco organizar perfectamente una industria, sino se la encaja entre las demás; porque todas han de obedecer al principio fundamental de la solidaridad. Una industria nueva ha de vivir apoyada en las ya establecidas, y ella, a su vez, va sentando las bases que han de originar otras varias. Por olvidar estos elementales preceptos, fracasan y han fracasado en España muy nobles intentos. Para hacerlos eficaces se precisa la congruencia de todos nuestros elementos económicos (ferrocarril, producto, banca, almacén, barco, puerto, etc.) y de todas nuestras industrias, fundándolas principalmente en la explotación de nuestras riquezas naturales, para ir con paso seguro al desarrollo industrial eficaz; procurando centralizar, con grandes explotaciones, las básicas, y diseminar las de pequeña escala. No nos debe detener en ese camino el peligro que amenaza a las naciones pletóricamente industriales, como Alemania, que por su progreso excesivo va fatalmente a la fabricación intensa y, por ende, a la baratura del producto, lo cual hace necesario un consumo extenso, que obliga a buscarlo fuera de la nación con el apoyo de medidas protectoras *(dumping)* que engendran luchas

económicas y convierten a las naciones pacíficas en pueblos de presa. Y decimos que ese peligro no nos debe inquietar, porque nuestra esfera de acción, como pueblo que nace a la vida industrial moderna, es mucho más modesta y ha de acercarse extraordinariamente más al ideal del desarrollo industrial, qué consiste en concretar la producción a lo necesario para el consumo nacional y no aspirar a más exportaciones que las propiamente naturales y necesarias para el obligado cambio de productos.

La organización, cuyas ventajas son tan patentes que no requieren defensa, precisa un plan y un elemento director; de este último nos ocuparemos más adelante. Un plan de reconstitución industrial, en un país como el nuestro en que todo está por hacer, no es tarea fácil; nos falta el dato estadístico preciso y, por tanto, no sabemos con seguridad lo que producimos ni lo que seríamos capaces de producir; carecemos de estudios serios acerca de nuestras principales industrias, para que podamos corregirlas y fomentarlas. Podríamos, acaso, conseguir todos los elementos de juicio necesarios nombrando la consabida Comisión, la cual, después de un copioso expediente administrativo, nos daría soluciones dudosas... dentro de unos cuantos años. Pero la característica actividad moderna no tolera ese paso lento y se inspira en el proverbio norteamericano que dice: «No os adormezcáis pensando que una cosa es imposible, por que os despertaréis con el ruído que hará vuestro vecino al realizar la misma cosa». Son necesarias soluciones rápidas y eficaces. Intentémoslas.

La Universidad ante el problema industrial.

Tratar de la posición en que debe colocarse la Universidad ante el problema industrial, cuando la existencia de dicha entidad está en pleito, parece empresa de inopinada audacia. Cierto, dolorosamente cierto es que la Universidad española pasa por una crisis agudísima, que pone en peligro su existencia. Sin comunidad entre los dos elementos que la integran, el docente y el discente; sin coordinación de esfuerzos entre sus catedráticos, que rara vez son maestros; sin conexión lógica entre sus discípulos, por defectos del plan de enseñanza o por absurdo aislamiento de sus titulares, la Universidad española, el *alma mater* de la vida nacional carece de alma. Incapacitada para formar ciudadanos, para orientar los espíritus en una dirección determinada de la vida; abandonada por el Estado, que le niega medios materiales para la investigación y para la enseñanza, el influjo social de la Universidad es tan escaso, que más parece un centro meramente administrativo que el refugio espiritual de la nación. No es preciso insistir en esta afirmación, ya que el tema puede estimarse como agotado, después de las consideraciones hechas por muy distintos e ilustres pensadores (Picavea, Unamuno, Giner, etc.) El que estas líneas traza ha manifestado también su modesta opinión sobre el tema *(Consideraciones acerca de la enseñanza,* etc. Memoria de pensionado en el extranjero. 1908) y ello le releva de insistir ahora en el mismo asunto.

Pero, a pesar de todo ello, ¿a dónde recurrir en busca de aquellas ideas directrices, fundamentales, que sean capaces de forjar un verdadero ideal nacional? Si la Universidad, como entidad, está en franca ruina, no por eso carece de elementos valiosos, que es inexcusable el aprovechar. Sentimos un consolador optimismo al considerar la labor callada, seria, modesta, de positivo mérito, de una parte del profesorado español, que lucha valientemente por el resurgimiento patrio, dentro de un ambiente indiferente u hostil. Ellos reclaman su puesto en la tarea de la reconstitución nacional, y lo reclaman en nombre de la Universidad decadente, pero también en nombre de la Ciencia, siempre triunfante y vigorosa.

En todas las naciones se confiesa el abandono en que se ha tenido a la Universidad, y en todas se inicia un movimiento de justa reparación, a pesar de que fuera de España, la Universidad es y ha sido el órgano de la Ciencia, con derivaciones siempre educativas. Y a la Ciencia y a la Universidad recurren los gobiernos de todos los pueblos civilizados en petición de solución a los graves problemas, técnicos o no, que la tragedia mundial plantea con inexorable y agobiante

rapidez. En Inglaterra, en los Estados Unidos, en Francia se constituyen comités o agrupaciones, integrados por universitarios, industriales, economistas, comerciantes y obreros, que se encargan de dar soluciones concretas y armónicas acerca del desarrollo y protección de las industrias esenciales, del fomento, de la investigación científica, de la futura orientación económica de la nación. Hasta las mismas Academias, las respetables y anticuadas Academias, en cuyo espíritu corporativo no parecía penetrar el aire de la calle, cuya vida se deslizaba al margen de los grandes movimientos nacionales e internacionales; hasta las Academias están presentes en esa labor del más alto patriotismo; unas veces por propia iniciativa de sus miembros, que, sintiendo el anhelo renovador, impulsan a la opinión por los nuevos derroteros del fomento industrial intensivo, saliendo de su abroquelado aislamiento a recoger los ecos de la vida fabril y a establecer cordiales y fecundas relaciones entre el investigador científico y el hombre de empresa. Tal hacen Le Chatellier y Blondel, en la Academia de Ciencias, de París. Otras veces, la iniciativa parte de la más alta representación del Estado, que reclama consejo a las Academias; tal el caso de Wilson, en Norteamérica. Y en muchos casos no es solamente una Academia la que interviene con su orientación, sino el consorcio de varias, porque el problema tiene tales y tantas derivaciones, que afecta, en su complejidad, a muchas ramas del saber humano. Por no citar más que una, y muy interesante, diremos que sería imposible marcar una pauta dentro del campo exclusivamente científico, para un fin tan concreto, sin contar con los indispensables factores económicos de toda empresa, lo cual precisaría el concurso de economistas y de políticos de altura. Reconocen los más distinguidos industriales ingleses y franceses que el fracaso de muchas sociedades industriales de sus respectivos países, ha estado en su mala preparación financiera, y la Academia Americana de Ciencias políticas y sociales se ocupa, en toda su extensión, del magno problema industrial, con todas sus secuelas y concomitancias.

En todo el mundo va la opinión por idénticos cauces. En todas partes es la acción la nota característica. Y siempre va fundada en la íntima asociación de la Ciencia con la Industria, simbiosis en la cual salen por igual beneficiadas ambas. No creemos, como Montaigne, que la ciencia sea un adorno. Que la posesión de la verdad no llega a aquietar el espíritu humano en tanto no la incorpora a la vida y la hace cosa real con la cual nos identificamos, erigiéndola en norma de nuestras relaciones sociales. Y mucho menos estimamos que la Ciencia sea capaz de aumentar nuestros deseos con detrimento de nuestra felicidad, ni que sea perjudicial ni estéril. Creemos, con Berthelot, que si las condiciones de la vida humana han cambiado, si la acumulación de capitales y el acrecentamiento de la fuerza productiva del trabajo humano han aumentado grandemente la comodidad general y han dado a los trabajadores una relativa independencia que antes no poseían y que tiende a aumentarse para dicha de la raza, todo ello se debe al desarrollo de la Ciencia y de la riqueza general, creada con sus descubrimientos. Y, aparte de esas positivas y excelsas cualidades de la Ciencia, debemos señalar su influjo como educadora, porque forma hombres útiles, ciudadanos exentos de supersticiones y de prejuicios, espíritus libres, enérgicos y concienzudos, perseverantes

y modestos, en donde las facultades de observación alcanzan su más amplio desarrollo. Los profesores de Cambridge, que en cruzada noble y generosa (véase *Sciencie and the Nation)* defienden que la prosperidad de un pueblo, y hasta la mejora de la raza sólo pueden obtenerse mediante la Ciencia pura, no serán, seguramente, tachados de visionarios en la hora actual, en que la Ciencia es la poseedora del porvenir de los pueblos.

Decíamos que la Ciencia y la Industria deben estar en la íntima ligazón que supone una asociación simbiótica, y no es preciso esforzarse mucho para buscar argumentos en pro de esa tesis. La Ciencia pura establece los principios fundamentales, dirige, orienta y guía a la Industria, sacándola del empirismo y de la rutina, haciéndola progresar, dándola vida. La Industria, concreta en realidades las teorías de aquélla, fomenta la riqueza con la aplicación de aquellos principios, ofrece a la Ciencia múltiples temas de investigación que surgen en su cotidiano desarrollo. Ni la Ciencia se degrada por asociarse y dar vida a la Industria, de la cual es el espíritu, ni la Industria se hace utópica por recibir el influjo de la Ciencia. Es, en último resultado, el eterno problema de la teoría y de la práctica en las Ciencias experimentales. Comienza aquélla explicando los hechos observados, intentando dar satisfacción al entendimiento humano, al cual no le es posible, como dice el P. Acosta *(Historia natural y moral de las Indias.—Siglo XVI)*, percibir ni alcanzar la verdad sin usar de imaginaciones; pero tampoco le es posible dejar de errar, si del todo se va tras de la imaginación; pero cuando la teoría llega, en su generalización de conceptos, a dominar un sector o todo el campo de la Ciencia, entonces la tiraniza y dirige la investigación hacia la busca de nuevos casos prácticos que vayan en apoyo suyo; en esa época de su máximo esplendor se invierten los términos y se buscan hechos para sostener teorías, en lugar de idear teorías para explicar hechos; y entonces, lo que parece defecto capital de ella, su escaso poder generalizador, su impotencia explicativa ante nuevos descubrimientos, se estima su mayor ventaja, porque una teoría defectuosa es el acicate mayor para la especulación científica; se investiga para sostenerla, para modificarla o para abandonarla decididamente; lo cual sucede cuando los hechos prácticos se colocan decididamente enfrente de ellas. Tal sucede, repetimos, en las relaciones de la Ciencia con la Industria. Citemos algunos ejemplos, para corroborarlo.

La elaboración artificial de moléculas químicas, a partir de los átomos que las integran, o de moléculas más sencillas, es lo que se llama síntesis química; es un proceso progresivo, constructivo, hacia lo más complicado; es la edificación de conjuntos moleculares de difícil arquitectura, encaramando grupos de átomos y grupos funcionales. El desarrollo de los métodos sintéticos de obtención de sustancias, principalmente orgánicas, no ha sido posible en tanto no se han disecado las moléculas químicas, diferenciando sus partes constituyentes (elementos activos, grupos de átomos, grupos funcionales) y aplicándoles los criterios fundamentales de la subordinación y de la solidaridad; entonces se han podido acoplar los materiales constructivos, en la cantidad y calidad necesaria, conforme a la idea directriz del proceso sintético; se ha podido hacer resaltar la extraordinaria importancia del grupo funcional, que es a las moléculas químicas lo que el carbón

incandescente al brillo de las llamas; la representación secundaria pasiva, del resto de la molécula, que es el humo de dicha llama; el influjo del primero sobre la segunda, que determinan las diversas zonas de ésta. El conocimiento de todas estas nociones teóricas y especulativas, ha repercutido en la técnica de los métodos sintéticos, abriendo el camino más fecundo para la investigación científica en el campo de la Química. La repercusión de esas especulaciones en la Industria nos la demuestra la historia de incesantes descubrimientos de materias colorantes, de perfumes, de medicamentos, de explosivos y de compuestos varios, hechos en el siglo pasado y en lo que va del actual. El primer problema a resolver era conocer la composición y constitución químicas de las sustancias naturales que poseían dichas propiedades; el segundo problema era obtener esas mismas sustancias por vía artificial o sintética, sin recurrir a las plantas en donde se descubrieron; el tercero era generalizar esos conocimientos, para obtener nuevas series de cuerpos con matices y tonalidades de color, de olor, de acción terapéutica o de energía potencial diversos. La Ciencia resolvió esos problemas con las investigaciones geniales de unos sabios y con la perseverancia en el trabajo, de otros (Bayer empleó veinte años de su vida en lograr obtener sintéticamente el añil, que se extraía de ciertas plantas americanas). La Industria fomentó su desarrollo, ofreciendo nuevos temas a la investigación. Los 300 millones de francos, anuales, que Alemania produce en sus grandes fábricas de colores derivados de la brea de hulla, tienen origen en esas elucubraciones científicas que parecían mero entretenimiento de los hombres de ciencia, que no buscaban con ello más que la satisfacción de su espíritu. Esas investigaciones han sido la clave del desarrollo económico de varias naciones; desde el índigo hasta el alcanfor, desde la ionona (esencia artificial de violeta) hasta el caucho, desde el ácido sulfúrico hasta el neosalvarsán, esos miles y miles de cuerpos, de aplicación tan extensa como variada, han tomado su origen en las orientaciones especulativas de las síntesis químicas.

El conocimiento exacto de la Química de los cuerpos coloides, de reciente posesión, ha hecho progresar las industrias de vidrios coloreados y esmaltes, cementos, colas y otros adhesivos, grasas, tintorería, jabones, etc.; en la práctica de muchos de ellos se conocía la naturaleza coloide del producto obtenido o manipulado, en otras varias se atisbaba nada más dicha constitución; se pretendía explicar los hechos observados y perfeccionar la industria aplicando los principios de la Química pura o de la Química de disoluciones verdaderas. Pero el fracaso inevitable obligaba a seguir otro camino; a veces las razones de analogía eran decisivas y otras la naturaleza coloide de la substancia no era, ni remotamente, sospechada. Se daba el caso, muy frecuente, de ser la industria la que ofrecía problemas de apremiante resolución a la Ciencia. En la industria jabonera se distinguían bien el *sol* del *gel* y hasta se aplicaban los principios de coagulación y de absorción. Pero en la fabricación del caucho (natural o sintético) no era fácil distinguir la fase dispersa del medio de dispersión. Las nuevas ideas acerca del estado coloide de los cuerpos, repetimos, han sido el secreto del considerable progreso de muchas de las industrias citadas.

Ya señalamos, en su lugar correspondiente, cómo el desarrollo de la moderna

metalurgia se debe a la aplicación de los más abstractos principios de la físico-química. Los hierros, aceros y fundiciones, sometidos a una observación micrográfica especial (metalografía), revelan su composición en diversos y bien definidos carburos de hierro; unos de éstos son verdaderas fases (ferrita, cementita), otros son agregados eutécticos (perlita), otros son de estructura propia (martensita). A las aleaciones dichas de hierro y carbono, son aplicables los principios de las disoluciones sólidas y de la heterogeneidad en sistemas dispersos, de la curva de enfriamiento, etc. La Ciencia conocía todos esos principios y no tuvo la Industria más que aplicarlos a los determinados casos citados.

La fabricación del alcohol no llegó a ser una gran industria química, hasta que fueron explicados científicamente los fenómenos que presiden a la transformación de los azúcares e hidratos de carbono diversos. Se conocía la fermentación desde los más antiguos tiempos; pero era un fenómeno inexplicable, porque no eran entonces las ciencias experimentales más que simples catálogos de hechos, cuyas causas permanecían envueltas en las tinieblas del más intenso empirismo. Pero vinieron los memorables trabajos de Pasteur a echar los cimientos de la Bacteriología y a remover el espíritu de los investigadores en sendas y apasionadas disputas científicas de vitalistas y no vitalistas; se buceó en el inmenso mar de la Ciencia en busca de hechos con qué apoyar unas u otras posiciones de los distinguidos polemistas. Y lo que parecía un torneo de espíritus sutiles perdidos entre escarceos retóricos, fué la más fecunda tarea científica en el campo de la Microbiología. El conocimiento de las diastasas con sus innumerables clases, la noción de los catalizadores, el nuevo concepto de fermento; el aislamiento, cultivo y selección de especies, variedades y razas de hongos microscópicos capaces de provocar la fermentación alcohólica; la destrucción de los microbios productores de las fermentaciones secundarias y perjudiciales: todos son hechos de investigación que, aplicados a la industria alcoholera, han permitido utilizar muy variadas substancias como primeras materias, acelerar y modificar los procesos fermentativos, producir alcoholes concentrados y puros desde las primeras fases de la fabricación.

Desde los tiempos de Cavendish, hace más de siglo y medio, se sabía que el nitrógeno del aire podía combinarse con el oxígeno mediante el concurso de la energía eléctrica. Pero no se pudo hacer aplicación industrial de este hecho hasta 1903, en que Birkeland y Eyde descubrieron que el arco voltaico de una corriente alterna de alta tensión, influenciado por fuertes imanes, tomaba la forma de un disco de gran diámetro, permitiendo la rápida y extensa fijación del nitrógeno atmosférico en el oxígeno del mismo origen. El problema se lo tenía planteado la Industria a la Ciencia desde hacía muchos años. Los progresos modernos de la electricidad permitieron resolverlo y sentar las bases de las poderosas fabricaciones de ácido nítrico sintético que hoy existen en los países del Norte de Europa.

Los ejemplos y casos análogos pudieran multiplicarse indefinidamente. Creemos al lector bien percatado de la función directora que la Ciencia ha ejercido siempre con relación a la Industria, así como del influjo de ésta sobre aquélla.

Si la Ciencia es la impulsora del movimiento industrial y la Universidad es,

o debe ser, el organismo en donde se asienta su función, la consecuencia inmediata es que, para el fomento de la industria, se hace preciso ayudar a la Universidad, o a los universitarios, en su labor.

La ayuda debe partir de las entidades que en tan larga medida se benefician de la obra de los laboratorios universitarios, y del Estado, que tiene el deber de desarrollar la cultura de la nación. Ciertamente que la Universidad española no puede compararse con ninguna de las extranjeras en punto a productividad científica, que actualmente no está capacitada para erigirse en directora del resurgimiento industrial, a pesar de los loables esfuerzos aislados de algunos de sus profesores. Pero también es cierto que en ella se hace progresar a la Ciencia, a pesar de la falta de medios de investigación y de la indiferencia o la hostilidad de industriales y de Gobiernos. En aquellos sectores en que la investigación no precisa de grandes dispendios, estamos dando una muy satisfactoria nota de lo que podría hacerse en medios más favorables para el desarrollo de esa alta misión.

«Regateando material para experimentación—dice Bartomeu—hace el efecto de que en los centros oficiales pretenden que se experimente, que se invente, sólo con la imaginación, es decir, surjan desequilibrados, visionarios. Nuestros industriales, generalmente pequeños y alimentadores de un mercado pobre, sin pretensiones de exportación y, por lo tanto, fuera de la concurrencia cosmopolita, no han sentido la necesidad de pagar experimentadores para encontrar algo nuevo, desconocido de los concurrentes, que les permita adelantarse a ellos, triunfar sobre ellos.»

Desconsoladoramente cierto. La escasa producción científica española es fruto de un considerable esfuerzo, porque el investigador ha de luchar con la indiferencia del industrial, con la del Estado, con los defectos de su propio y forzado autodidactismo; falto de orientación, escaso de medios materiales de trabajo, ignorante obligado de las principales fuentes bibliográficas, que no están a su alcance, consume su energía muchas veces en imitar lo hecho o en inventar lo ya inventado.

Muchas veces hemos pensado, ante la gravedad de este problema, si es que los españoles estamos irremediablemente incapacitados para tan nobles y elevadas tareas especulativas; si es que está justificado el desdén con que todos, todos—Poderes públicos, clases directoras, fuerzas vivas, proletariado—miran a esta modesta floración científica, que pretende ir de la cátedra al laboratorio y del laboratorio a la fábrica. «España es un país intelectualmente atrasado, no decadente—dice el insigne Cajal, voto de calidad en estas cuestiones—. Ha permanecido en estado semibárbaro, atenida a la religión y a la política, casi del todo ajena a la preocupación de ensanchar los horizontes del espíritu; pero la semibarbarie no es la decadencia, como el estado embrionario no es la decrepitud; fuera indispensable ligereza desesperar de una raza creadora en todo tiempo de individualidades geniales y vigorosas, detenida por casi todas sus capas sociales en la fase infantil y, por tanto, muy lejos todavía de la plenitud de su expansión mental. No vamos hacia atrás sino muy detrás. España—concluye Cajal—no es un pueblo degenerado sino ineducado.» ¿Por qué?, se ocurre pre-

guntar. Nuestra raza latina, genuinamente latina, es intuitiva por excelencia; llega a la verdad, no solamente por la razón, sino por el corazón, según el pensamiento de Pascal; no se esclaviza con los encadenamientos del método deductivo (que tantas ventajas tiene por otra parte), cuyo exagerado empleo hace que el razonamiento destierre a la razón. Poseemos ese *sprit de finesse* tan delicado, tan valioso en el estudio de las ciencias experimentales, cuyos principios no pueden ni deben someterse al razonamiento matemático, porque son de otra complejidad, porque se apoyan únicamente en la realidad de los hechos observados y cambian o desaparecen cuando se encuentran en pugna con éstos; somos un pueblo sobrio, vigoroso, vehemente, capaz de sacrificio y positivamente inteligente. Enérgicos, pero individualistas exagerados; improvisadores geniales, pero no trabajadores pacientes; fatalistas, pero no previsores. Adolecemos de un capitalísimo defecto: no tenemos disciplinada nuestra voluntad; no estamos educados para la acción perseverante ni para la organización seria. «Como la Venus de Milo—dice Costa—España es una bella estatua, pero sin brazos.»

Ciertamente que con las cualidades que hemos bosquejado, pudiéramos haber avanzado más en el camino del progreso científico. Pero no habiendo llegado a nuestro pleno desarrollo cultural, es aventurado el sentirse extremadamente pesimista, porque no poseemos el dato de la experiencia y no podemos aplicar el criterio de *geómetras* al porvenir espiritual de nuestra patria, si aun apenas hemos llegado a la *adolescencia* en nuestro desarrollo científico. El problema nacional, el magno problema de nuestra existencia está en fomentar rápida y tenazmente la cultura, antes de que nos veamos expuestos a posibles tutelas de quienes parecen haber pasado de la edad madura científica.

A esta fundamental tarea han de contribuir todos los ciudadanos españoles, porque a todos interesa el que seamos cultos y poderosos, el que creemos nuestra economía y nuestra ciencia. Es necesario, imprescindible y urgente aunar los esfuerzos de todos. Que los hombres de ciencia se acerquen al industrial y no le consideren, orgullosamente, como de inferior categoría social; que los industriales se aproximen al investigador y no le estimen como un sér ridículo dedicado a la tarea de lo menudo sin finalidad práctica. Que las agrupaciones de productores protejan a la Universidad, fomentando su labor cultural y especulativa, estimulando a sus profesores, proponiéndoles asuntos de estudio de inmediata aplicación. Que el Estado sea el encargado de aunar todos esos esfuerzos y de encauzarlos debidamente, favoreciendo con medios materiales de trabajo a los laboratorios universitarios, apoyando a fabricantes e industriales, para el mejor desarrollo de la producción, solicitando de unos y otros las mejoras posibles para implantarlas *con urgencia*, porque la ocasión es única y se va pasando estérilmente.

* * *

Para la trabazón de todos esos intereses, para el desarrollo de un plan armónico de vigorización nacional es indispensable que un ideal encarne en la masa de todos los españoles; que el soplo espiritual ilumine la magna tarea, sacudiendo nuestra modorra ancestral; que una idea matriz nos inquiete, llegando hasta la preocupación intensa y hasta el estremecimiento de la emoción. ¿Qué ideales pueden tener la mágica virtud de hacer reaccionar al pueblo hispano, para que corrija sus naturales defectos y le estimule a la regeneración patria? Difícil es la respuesta, y lo digo con tristeza, pero sin pesimismo.

Hay que forjar un ideal nacional, y urge hacerlo. A los universitarios corresponde tan excelsa labor. Y a ellos me dirijo desde esta vieja y gloriosa Escuela.

HE DICHO.

José Giral y Pereira.

Salamanca, Julio de 1918.